ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

11

DERS KİTABI

Yazarlar

Naciye DOLAŞIK
Tuncay BAKİOĞLU
Ufuk SAHRANÇ
Uğur Gürel YILMAZ



DEVLET KİTAPLARI
........................., 2023

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 8885
DERS KİTAPLARI DİZİSİ 1900

Hazırlayanlar

Editör
Prof. Dr. Hakan SERT

Dil Uzmanı
Teoman Ali GÜNEŞ

Program Geliştirme Uzmanı
Dr. İlknur İZGİ İPEKEL

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Uğur ALTUN

Rehberlik Uzmanı
Onur TEKŞEN

Görsel Tasarımcılar
Seval AKSEL
Songül TOPCU

Baskı
Matbaa Adı ve Ticari Unvanı
Tel: (000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-6758-3

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 04.01.2023 gün ve 02 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

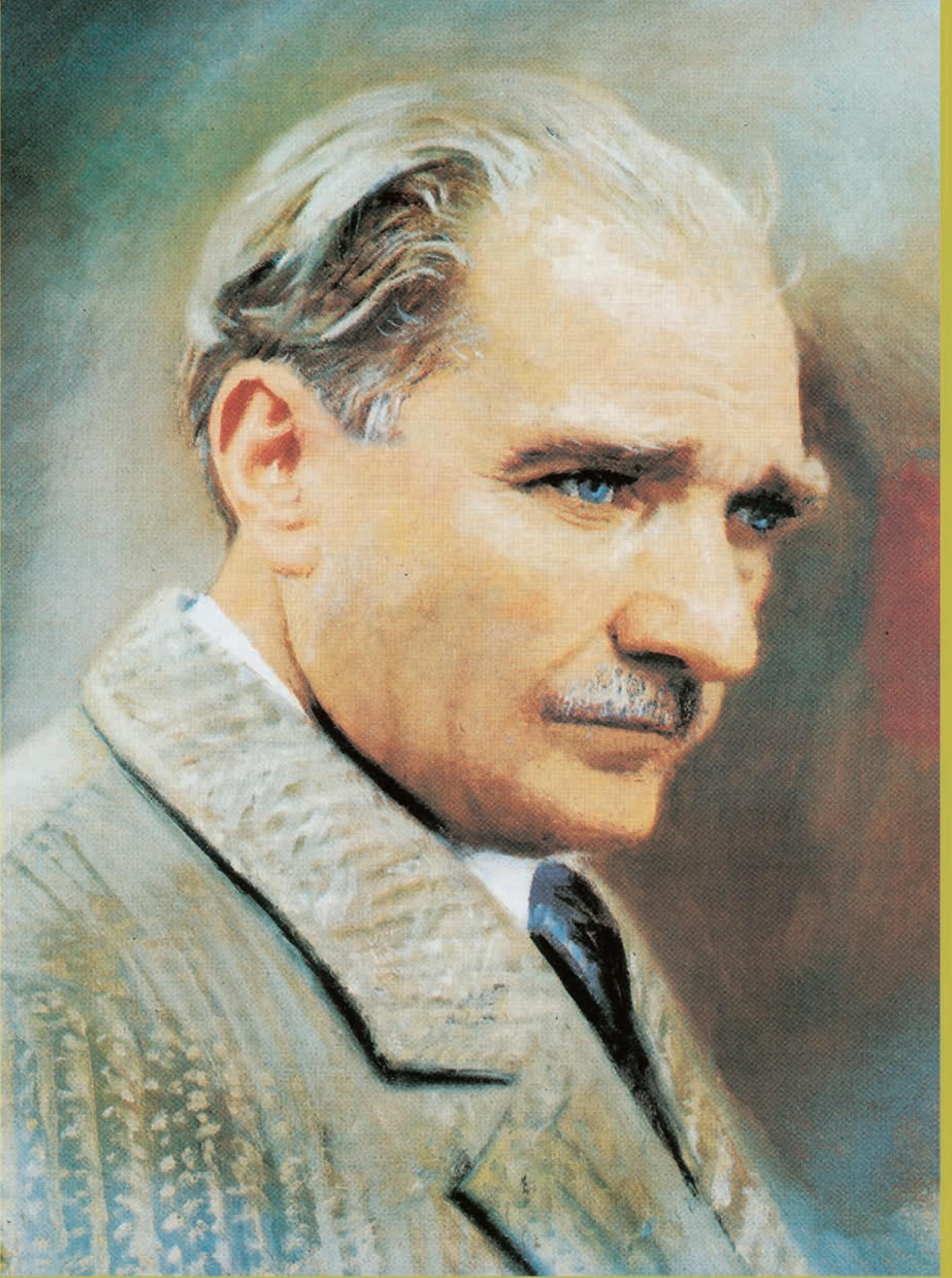
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

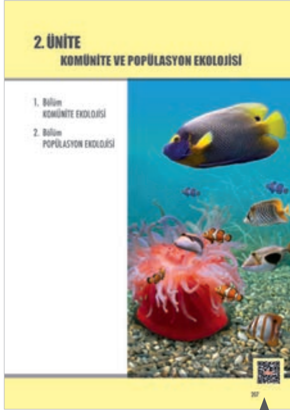
Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

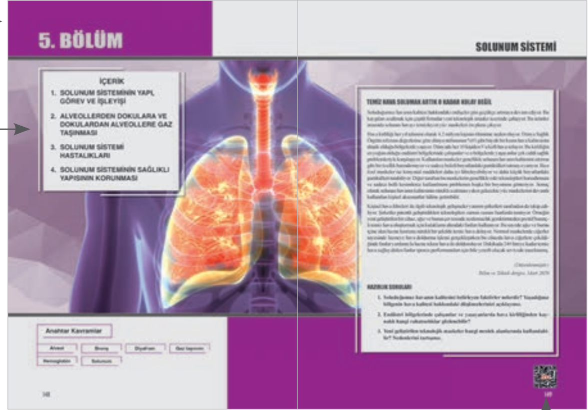
KİTABIN TANITIMI



Bölüm kapağını gösterir.

Ünite kapağını gösterir.

İlgili bölüm içeriklerini gösterir.



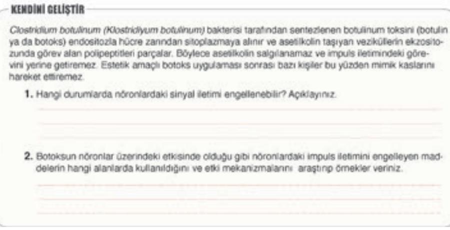
Ünite ile ilgili karekodu gösterir.

Bölüm ile ilgili sunulara ait karekodu gösterir.



Etkinlik sayfası

Ders içi uygulama çalışmalarını, ders dışı araştırmaları, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerisini geliştirmeye yönelik senaryo ve soruları gösterir.



KENDİNİ GELİŞTİR

Clostridium botulinum (Klostridyum botulinum) bakterisi tarafından sentezlenen botulinum toksini (botulin ya da botoks) endositozla hücre zarından sitoplazmaya alınır ve asetilkolin taşıyan veziküllerin ekzositozunda görev alan polipeptitleri parçalar. Böylece asetilkolin salgılanmaz ve impuls iletimindeki görevini yerine getiremez. Estetik amaçlı botoks uygulaması sonrası bazı kişiler bu yüzden mimik kaslarını hareket ettiremez.

1. Hangi durumlarda nöronlardaki sinyal iletimi engellenebilir? Açıklayınız.

2. Botoksun nöronlar üzerindeki etkisinde olduğu gibi nöronlardaki impuls iletimini engelleyen maddelerin hangi alanlarda kullanıldığını ve etki mekanizmalarını araştırıp örnekler veriniz.



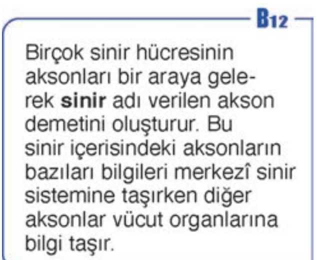
Okuma parçası



MERAKLISINA

Nöronların büyük çoğunluğu bütünleştirici işlevi gören ara nöronlardır. Kabaca bir hesapla merkezî sinir sistemine giren her duyu nöronu için 10 motor nöron ve 200 bin ara nöron vardır.

Konuyla ilgili bilimsel, güncel ve dikkat çekici bilgileri gösterir.

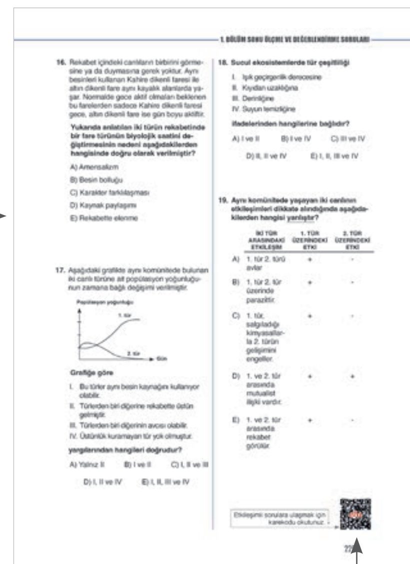


B12

Birçok sinir hücresinin aksonları bir araya gelerek **sinir** adı verilen akson demetini oluşturur. Bu sinir içerisindeki aksonların bazıları bilgileri merkezî sinir sistemine taşırken diğer aksonlar vücut organlarına bilgi taşır.

Ünite boyunca sıklıkla kullanılacak terimlerle ilgili hatırlatıcı ön bilgileri gösterir.

Bölüm ve ünite sonlarında yer alan ölçme ve değerlendirme sayfası



Bölüm ile ilgili etkileşimli sorulara ait karekodu gösterir.

GÜVENLİK VE UYARI İŞARETLERİ

ELDİVEN GİY Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. Elin yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.	**YANICI MADDE** Yanıcı ve parlayıcıdır. Isıtıldığında yangına neden olabilir. Ateş, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
GÖZLÜK KULLAN Deneye başlamadan önce gözlük kullanılması gerektiğini belirtir. Gözlük kullanılmadan çalışılması göz sağlığına zarar verir.	**ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)** Doğaya atıldıklarında uzun süre bozunmadan kalabilen, toprak, su ve hava kirliliği oluşturan maddelerdir. Bu maddeler çöpe atılmamalı veya lavaboya dökülmemelidir.
KORUYUCU ELBİSE GİY Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin sıçramasıyla elbiselerin aşınmasını önlemek için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olduğunu gösterir.	**KOROZİF (AŞINDIRICI)** Kumaş, metal gibi yüzeylere ve canlı dokulara temas ettiğinde bunları aşındırabilen maddelerdir. Göz ve deriye hasar verdikleri için korunma amaçlı önlemler alınmalıdır.
MASKE KULLAN Yapılacak işlemde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir.	**TOKSİK (ZEHİRLİ)** Ağız, deri ve solunum yolu ile vücuda girdiğinde zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Teması,solunması, yutulması veya içilmesi hâlinde kesinlikle tıbbi yardım alınmalıdır.
KESİCİ / DELİCİ CİSİM UYARISI Yapılacak işlemlerde kesici / delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmaların olabileceğini belirtir.	**RADYOAKTİF** Yaydığı radyasyon ile canlı hücrelerde tahribata sebep olan maddelerdir. Dokulara kalıcı hasar vererek kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.
SICAK CİSİM UYARISI Yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.	**OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE** Yanıcı maddelerin yanmasına (oksitlenmesine) sebep olan maddelerdir. Yakıcı maddeler ile yanıcı maddeler yan yana bulundurulmamalıdır.
KIRILABİLİR CAM UYARISI Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılma ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.	**PATLAYICI** Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.
ELEKTRİK UYARISI Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.	**TAHRİŞ EDİCİ** Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabilir. Göz ve vücuda temasından kaçınılmalıdır. Kapalı ortamda buharları solunmamalı ve çalışırken koruyucu giysi giyilmelidir.

1. ÜNİTE
İNSAN FİZYOLOJİSİ

1. Bölüm
   DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

2. Bölüm
   DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ

3. Bölüm
   SİNDİRİM SİSTEMİ

4. Bölüm
   DOLAŞIM SİSTEMLERİ

5. Bölüm
   SOLUNUM SİSTEMİ

6. Bölüm
   ÜRİNER SİSTEM

7. Bölüm
   ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM



Ünite karekodu



1. BÖLÜM

İÇERİK

Anahtar Kavramlar

Diyabet	Duyu organları	Efektör	Endokrin bez
Geri bildirim	Hormon	İmpuls	Nöron
Refleks	Sinaps	Teknoloji	

DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

SİNİR SİSTEMİNİN DOSTU HAREKET

Günümüzde hareketsiz yaşam tarzının farklı sağlık sorunlarına neden olduğu bilimsel bir gerçektir. Çeşitli nedenlerle ortaya çıkan bu hareketsiz yaşam tarzı, beyin dâhil birçok organın işlevini değiştirerek insan üzerinde önemli etkilere neden olmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar fiziksel hareketlerin beyin sağlığı için çok önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalardan birinde bacak kası egzersizlerinin beynin yeni sinir hücreleri üretmesine yardımcı olduğu belirlendi. Bu çalışmadaki bulgular, insanda nörolojik hastalıkların ve motor nöron hastalıklarının nasıl ilerlediğinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Uzun süre yatağa bağlı kalmış ya da astronotlar gibi hareketi kısıtlanmış kişilerde fiziksel birçok değişim olduğu bilinen bir olgudur. Bugün ise bu değişimlerin kas ve sinir sisteminin etkilenmesinden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Hareket ve beyin arasında güçlü bir bağ vardır. Beynin hareketleri kontrol eden bölgesi kasların kasılabilmesi için omuriliğe sinyaller gönderir. İlginç olan ise hareketten sorumlu beyin bölgelerinin bir kısmı hasar gördüğünde beynin yeni sinaptik bağlantılar oluşturarak hasarı "onarmaya" çalışmasıdır.

Sinir kök hücrelerinin kısıtlanmış bacak hareketlerinden nasıl etkilendiği üzerine yapılan bir araştırmada egzersizin beynin sinir hücreleri üretmesini tetiklediği belirlenmiştir. Bilim insanlarına göre bu çalışma beyin ve sinir sistemi sağlığına bakış açımızı değiştirecektir. Böylelikle MS, spinal kas atrofisi ve nörolojik başka hastalıklar nedeniyle hareketlerin sınırlı hâle geldiğine ve bunların neden daha da ilerlediğine dair ipuçları elde edilebilecektir.

Bilim insanları yetersiz egzersiz yapmanın vücuttaki oksijen oranını azalttığını, bunun da anaerobik bir ortam oluşturduğunu ve metabolizmayı değiştirdiğini düşünüyor. Sağlıklı bir sinir sistemine sahip olmak için düzenli egzersizlerle vücudun ihtiyaç duyduğu aktifliğin sağlanabileceğini söylemektedirler.

(Düzenlenmiştir.)
Bilim ve Teknik dergisi, Eylül 2018

HAZIRLIK SORULARI

1. **Hangi tür egzersizler hareketliliğinize katkıda bulunur?**
2. **Vücudu hareket ettirmek, sistemlerin sağlığı için neden önemlidir?**
3. **Sinir sistemi vücudun hareketlerini nasıl kontrol eder?**

Bölümün sunu karekodu 

1.1. SİNİR SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

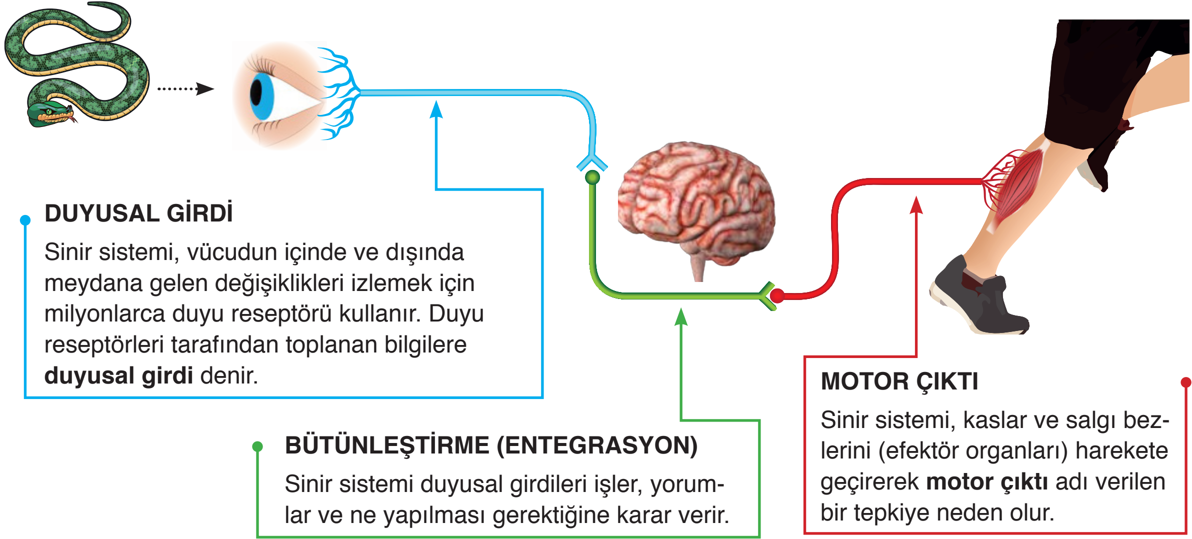
Sinir sistemi, **nöron** (sinir hücreleri) ve **glia hücreleri** adı verilen iki hücre tipinin yer aldığı sinir dokusundan oluşur.

Nöronlar bilgiyi alabilecek ve aktarabilecek yapıda özelleşmiş bir organizasyona sahiptir. Glia hücreleri ise nöronları besler, destekler ve nöronların işlevini düzenler.

Sinir sistemi birbiriyle örtüşen üç işlevi yerine getirir. Reseptörler aracılığıyla çevredeki değişimler algılanır, yorumlanır ve buna karşı gerekli tepki üretilir. Görsel 1.1'de sinir sisteminin üç işlevi açıklanmıştır.

B12

Reseptör; plazma zarının özel bir kısmında yer alan özel bir protein veya ürettiği sinyali nörona aktaran, nöronla ilişkili ayrı bir hücre olabilir.



Görsel 1.1
Sinir sisteminin üç işlevi

Tüm vücut sistemleri; sinir sistemi sayesinde hızlı, verimli ve koordineli biçimde birlikte çalışır. Sinir sistemi ayrıca algı, davranış ve anılardan sorumludur.

Sinir sistemi merkezî sinir sistemi ve çevresel sinir sistemi olmak üzere iki kısımda incelenir. Merkezî sinir sistemi beyin ve omurilikten oluşurken çevresel sinir sistemi bunları vücudun kaslarına, bezlerine ve duyu organlarına bağlar.

KENDİNİ GELİŞTİR

Su dolu bir bardak görüldüğünde beyin su bardağını algılar. Eğer su içme isteği hissedilirse beyin kol kaslarına sinyal gönderir, el bardağa uzanır ve bardak alınarak su içilir.

1. Yukarıda verilen örnekteki gibi bir otomobil sürücüsü kırmızı ışığı gördüğünde nasıl bir tepki verir? Böyle bir durumda sinir sisteminin üç işlevinin nasıl çalıştığını açıklayınız.

....

....

....

2. Yukarıdaki örneklerden hareketle sinir sisteminin üç işlevine uygun örnekler veriniz. Verdiğiniz örneklerde duyusal girdi, bütünleştirme ve motor çıktının ne olduğunu açıklayınız.

....

....

....

....

SİNİR DOKU

NÖRONLAR

Nöronlar çeşitli uyaranlara karşı beyin ve omurilikte karmaşık işlem ağlarını oluşturur. Bunun yanı sıra vücudun tüm bölgelerini beyin ve omuriliğe bağlar. Nöronlar; algılama, düşünme, hatırlama, kas aktivitesini kontrol etme, salgı bezlerinin çalışmasını düzenleme gibi sinir sisteminin benzersiz işlevlerinin yerine getirilmesinde rol alır. Bu özelleşmiş hücrelerin çoğu mitotik bölünme yeteneğini kaybetmiştir. Sadece beyinde yaklaşık 85 milyar nöron yer almaktadır. Sinir sisteminde görevlerine göre **duyu nöronu**, **motor nöron** ve **ara nöron** olmak üzere üç tip nöron bulunur.

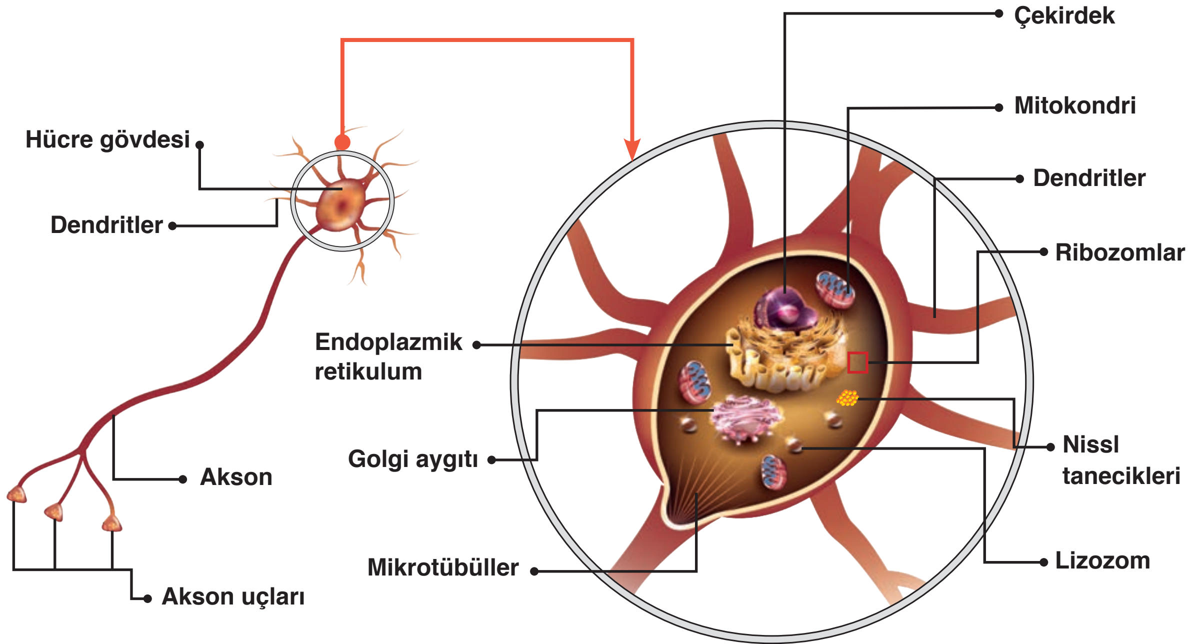
Nöron; bir hücre gövdesi (soma), dendritler ve bir aksondan oluşur. Hücre gövdesi; sitoplazmasında lizozom, mitokondri, Golgi aygıtı gibi tipik hücresel organeller ile bir hücre çekirdeği içerir. Hücre gövdesinde ayrıca serbest ribozomlar ve Nissl tanecikleri olarak adlandırılan granüllü endoplazmik retikulum kümeleri de bulunur. Mikrotübüller akson boyunca hücre içi taşınmada görev alır. Ribozomlar sayesinde proteinler sentezlenir. Nissl tanecikleri tarafından üretilen yeni sentezlenmiş proteinler ise nöronların büyümesi ve hasarlı aksonların onarımı için kullanılır. Nöron ve hücre gövdesinin kısımları Görsel 1.2'de gösterilmiştir.

MERAKLISINA

Nöronların büyük çoğunluğu bütünleştirici işlev gören ara nöronlardır. Kabaca bir hesapla merkezî sinir sistemine giren her duyu nöronu için 10 motor nöron ve 200 bin ara nöron vardır.

B12

Birçok sinir hücresinin aksonları bir araya gelerek **sinir** adı verilen akson demetini oluşturur. Bu sinir içerisindeki aksonların bazıları merkezî sinir sistemine bazıları ise vücut organlarına bilgi taşır.

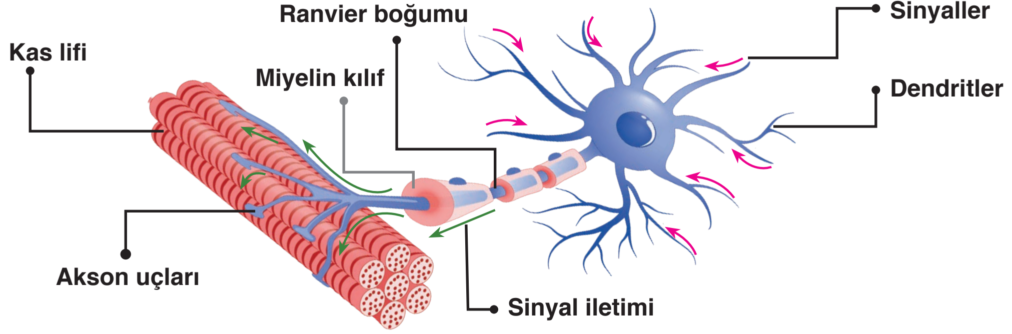


Görsel 1.2
Nöron ve hücre gövdesinin kısımları

Hücre gövdesi, diğer nöronlardan gelen uyarıların alındığı ve üzerinde **dendrit** adı verilen çok sayıda dallanmış uzantıların bulunduğu bölümdür. Dendritler bir nöronun alıcı ya da girdi kısmıdır. Diğer hücrelerden salgılanan nörotransmitter maddelerin (kimyasal habercilerin) bağlanması için çok sayıda reseptör bölgesi içerir. Alınan uyarı akson boyunca akson ucuna kadar götürülür.

Birçok nöronun aksonları, çeşitli glia hücreleri tarafından oluşturulmuş 20-200 tabakadan oluşan miyelin kılıf ile kaplıdır. Miyelin kılıf lipid ve protein yapıdadır. Beyin ve omurilikte miyelin kılıf oluşturan glia hücreleri oligodendrositlerdir. Çevresel sinir sisteminde ise miyelin kılıf **Schwann** *(Şıvan)* hücreleri tarafından oluşturulur.

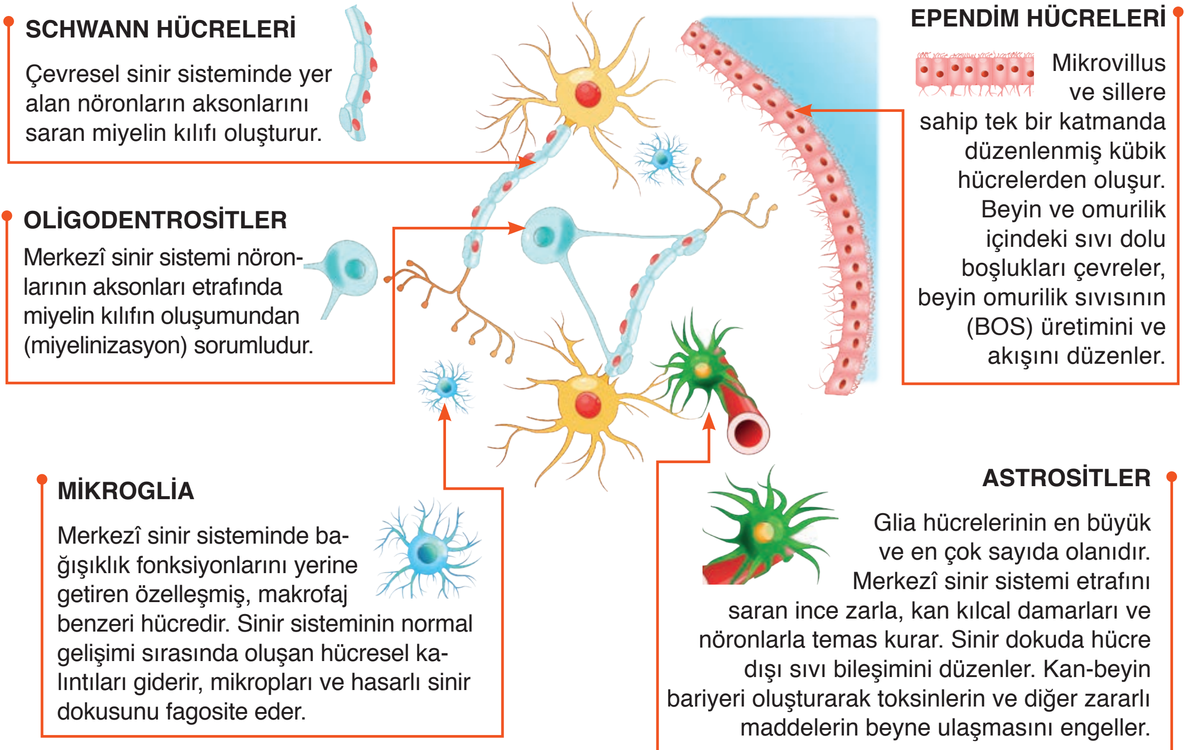
Miyelin kılıf sinir hücrelerinin aksonunda elektriksel yalıtım sağlar. Akson üzerindeki miyelinli bölümlerin kesintiye uğradığı kısma **Ranvier** *(Ranviyer)* **boğumu** denir. Akson sonundaki akson uçlarında da çok sayıda dallanmalar görülür. Bu dallanmalar sayesinde sinyal birçok hücreye aynı anda aktarılabilir. Akson uçlarında **sinaps** adı verilen bağlantı yerlerinde sinyal başka bir nöron, kas ya da bez hücresine aktarılır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3
Nöronda sinyal iletimine genel bakış

GLİA HÜCRELERİ

Glia hücreleri sinir hücrelerini ve dokusunu destekler. Nöronlardan daha küçük olmalarına karşın sayıları nöronlardan yaklaşık 25 kat daha fazladır. Glia hücreleri yaşam boyu bölünmeye devam eder. Glia hücreleri ve görevleri Görsel 1.4'te gösterilmiştir.



Görsel 1.4
Glia hücreleri ve görevleri

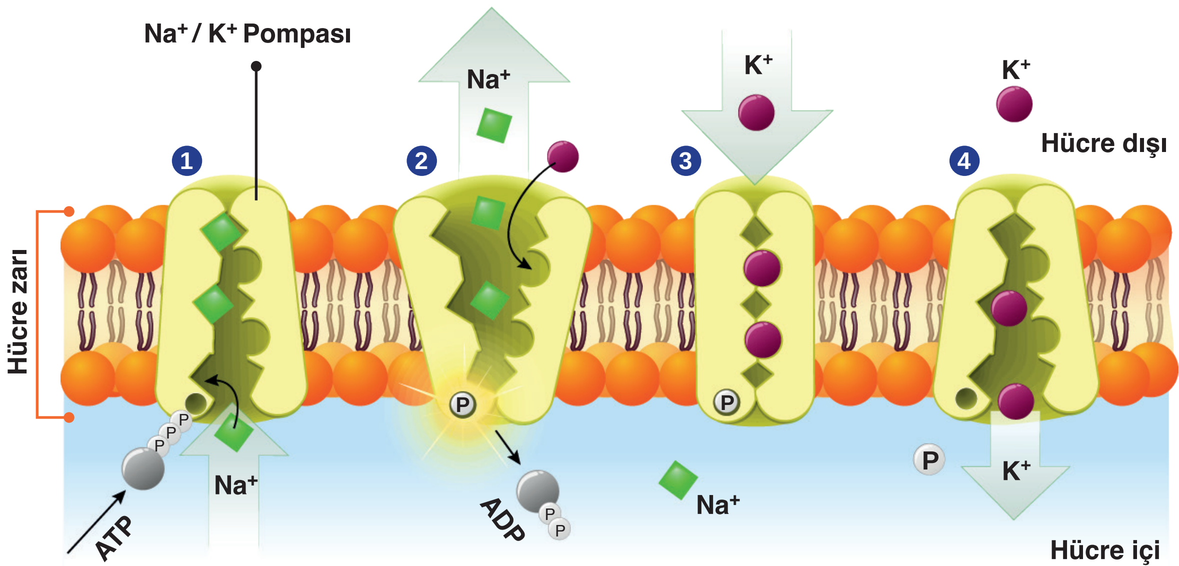
İMPULS OLUŞUMU VE İLETİMİ

Bir sinir hücresi uyarıldığında sinir hücresinde meydana gelen kimyasal ve elektriksel değişimlere **impuls** (uyarı) denir. Elektrik sinyalleri olarak kodlanan bilgi; akson boyunca taşınarak sinapslarla diğer nöronlara, kas dokusuna veya salgı bezlerine iletilir.

Hücrenin sitoplazmasını bulunduğu ortamla birbirinden ayıran hücre zarı, elektriksel bir potansiyel enerjiye sahiptir. Hücre içi ve dışındaki anyon ve katyonların konsantrasyon farkından dolayı hücre zarının sahip olduğu bu elektriksel yük farkına **zar potansiyeli** denir.

Hücrenin dışında sitoplazmaya göre daha fazla sodyum iyonları (Na^+) bulunurken sitoplazmada hücre dışına göre daha fazla potasyum iyonları (K^+) bulunur. Hücre içinde anyonların derişiminin katyonlardan fazla olması hücre içinin hücre dışına göre daha fazla negatif elektrik yüküne sahip olmasına yol açar. Bu durum bir pilin pozitif ve negatif kutupları arasındaki yük farklarında olduğu gibi hücrenin kutuplu (polarize) bir yapıda olmasını sağlar. Hücre içi negatif, hücre dışı ise pozitif kutuplu elektriksel yük farkına (voltaj) sahiptir.

Derişim farklılığından dolayı Na^+ iyonları sürekli hücre içine doğru, K^+ iyonları ise hücre dışına doğru difüzyonla geçer. Bu nedenle nöronun zar potansiyeli ya da elektriksel yük farkı değişir. Nöron, görevini tam olarak yerine getirebilmek için hücre içi ve hücre dışı yoğunluk farkını korumalıdır. Nöron, **sodyum-potasyum pompası** denilen aktif taşıma mekanizmasıyla hücre içi ve hücre dışı konsantrasyon farkını dolayısıyla dinlenme zar potansiyelini korur (Görsel 1.5). Sodyum-potasyum pompasına sitoplazmadaki Na^+ iyonları bağlanır (1). ATP ile aktifleşen sodyum-potasyum pompası proteininin biçimini değiştirerek Na^+ iyonlarını hücre dışına bırakır (2) ve buradan K^+ iyonlarını bağlar (3). Proteinden fosfat grubunun koparılması protein biçimini eski hâline getirir ve böylece K^+ iyonları hücre içine alınmış olur (4).



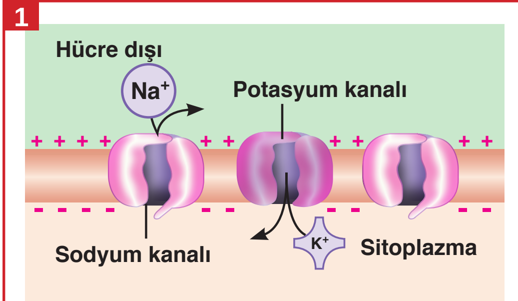
Görsel 1.5
Sodyum-potasyum pompasının çalışma mekanizması

Sodyum-potasyum pompasının çalışabilmesi için ATP enerjisi kullanılır. Sinir hücreleri sodyum ve potasyum iyonlarının konsantrasyon farkını korumak için sahip olduğu enerjinin yaklaşık %70'ini harcar. Sodyum-potasyum pompası aynı zamanda hücre hacminin kontrolünde de görev yapar. Sodyum-potasyum pompası olmasaydı vücut hücrelerinin çoğunda fazla su almaları nedeniyle şişme görülürdü.

Hücre herhangi bir nedenle şişmeye başlarsa sodyum-potasyum pompası devreye girer, fazla iyonlar hücre dışına atılarak hücrenin su almasının önüne geçilir.

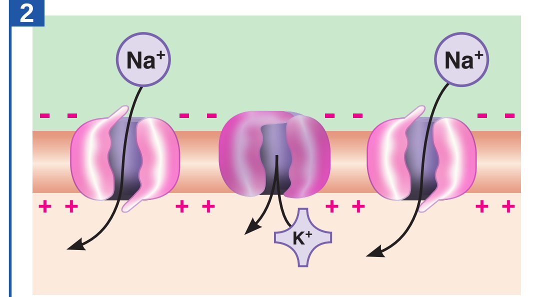
Bir nöron uyarı aldığında zar potansiyeli değişir. Zar potansiyelindeki hızlı değişimler aksiyon potansiyeli oluşturur. Görsel 1.6'da bir sinir hücresinde aksiyon potansiyelinin oluşumu grafikle gösterilmiş ve impuls iletim süreci özetlenmiştir.

1

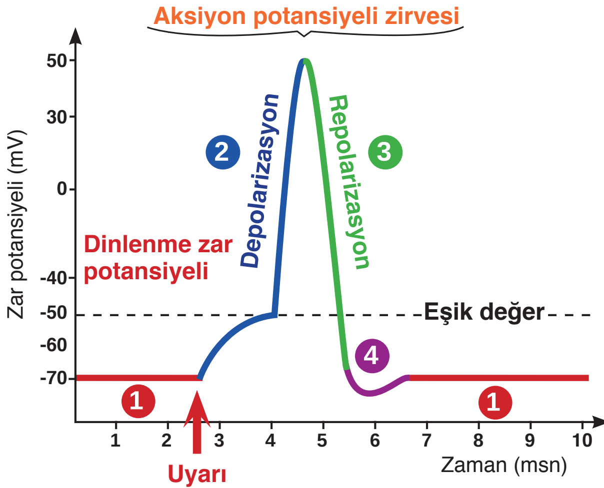


Bir sinir hücresinin polarizasyonu hücrenin bir uyarı almadığı, dinlenme anında dinlenme zar potansiyeline sahip olduğu durumu ifade eder. Akson zarı üzerinde voltaj değişimlerine duyarlı **voltaj kapılı iyon kanalları** adı verilen, Na^+ ya da K^+ iyonlarının kolaylaştırılmış difüzyonunu sağlayan kanal proteinleri bulunur. Bu kanallar **polarizasyon** durumunda kapalıdır.

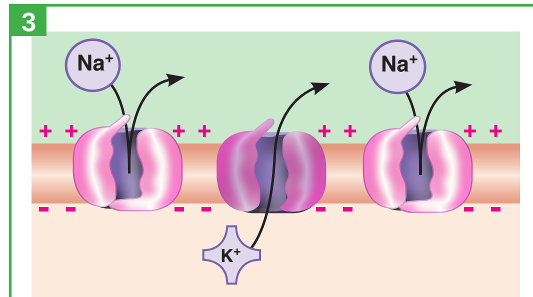
2



Akson zar potansiyeli değiştiğinde voltaj kapılı iyon kanalları açılır ve bu kanallar iyonların geçişine izin verir. Zar potansiyelinin değişmesi sonucu açılan sodyum kanallarından Na^+ iyonunun hücre içine doğru difüzyonu artar. Hücre içi, dışarıya göre daha pozitif hâle gelir ve hücre zarının kutuplu yapısı bozulur. Bu durum **depolarizasyon** olarak adlandırılır. Eğer zardaki depolarizasyon, zarın yükünde yeterince değişiklik meydana getirirse (eşik değeri geçerse) zarda **aksiyon potansiyeli** oluşur. Aksiyon potansiyelleri depolarizasyon bölgesinde komşu kanalların açılmasını sağlayan bir akım başlatır. Aksiyon potansiyeli bu şekilde zar boyunca yayılarak zar potansiyelinin değişmesini başlatan uyarıyı akson uçlarına kadar taşır.



3



Sodyum kanallarının kapanmasından sonra daha yavaş açılan potasyum kanalları K^+ iyonlarının hücre dışına difüzyonunu kolaylaştırır. Böylece hücre dışı hücre içine göre yeniden daha pozitif hâle geçer. Zar yeniden polarize olur. Bu duruma **repolarizasyon** denir.

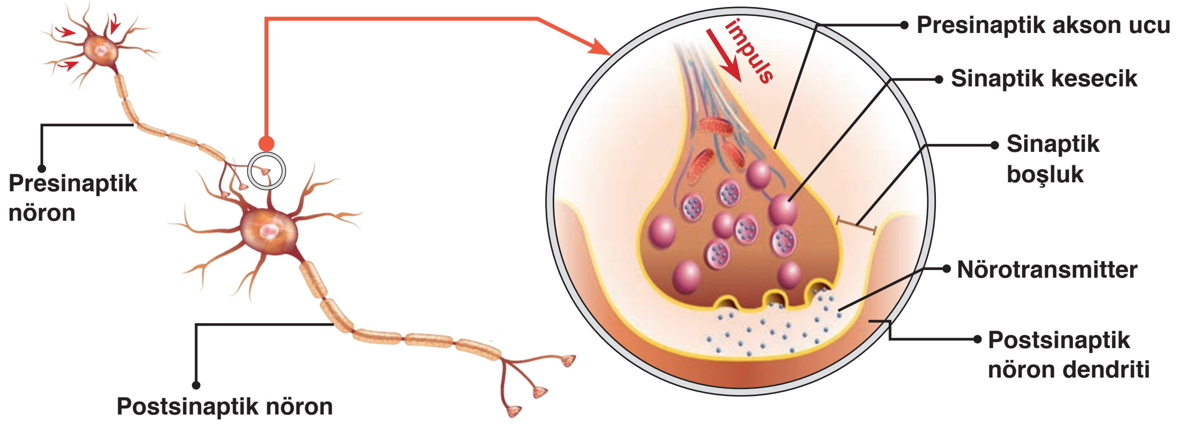
4

Repolarizasyon evresinin sonunda daha fazla potasyum kanalı açık olduğu için sinir hücresi ilk polarize durumundan daha düşük elektriksel yük farkına sahip olur. Bu durum **hiperpolarizasyon** olarak adlandırılır.

Görsel 1.6
Aksiyon potansiyelinin oluşumu

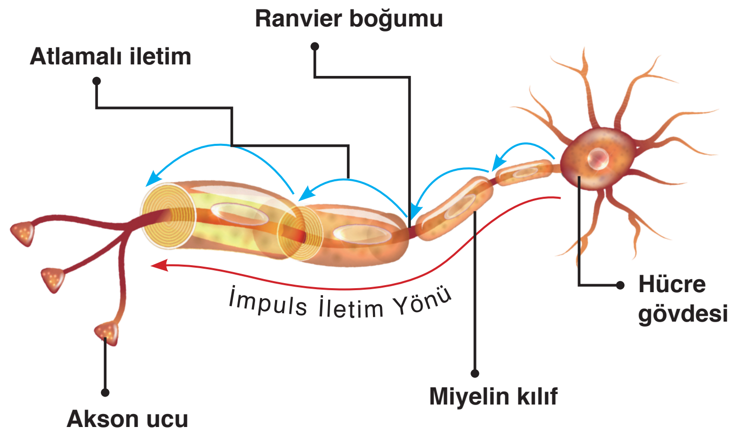
Hücrenin repolarize olmasıyla sinir hücresi tekrar polarize durumuna dönmüştür ancak hücre içi ve hücre dışı iyon konsantrasyonları dinlenme fazında olduğu gibi değildir. Sodyum kanalları etkisiz olduğundan ikinci bir depolarizasyon gerçekleştiremez. Yeniden impuls oluşturabilmesi için hücre içi potasyum ve hücre dışı sodyum konsantrasyonlarının eski hâline dönmesi gerekir. Bu durumda yine sodyum-potasyum pompası devreye girerek hücre içi ve hücre dışı iyon konsantrasyonlarını başlangıçtaki oranlara getirir.

Akson boyunca yayılan impuls, akson uçlarına geldiğinde sinapsların çoğunda **nörotransmitter** adı verilen kimyasal haberci moleküllerin salgılanmasına neden olur. Asetilkolin, serotonin, noradrenalin, dopamin, histamin gibi nörotransmitter maddeler sinaptik boşlukta difüzyonla yayılarak bilgiyi bir başka nörona aktarır. Sinaps bölgelerinde bilgiyi gönderen nörona **presinaptik nöron**, bilgiyi alan nörona ise **postsinaptik nöron** adı verilir. Presinaptik bir nöron tarafından salınan nörotransmitterler postsinaptik bir nöron üzerindeki kendilerine özgü reseptörlerle birleşir ve bilgi sinaps üzerinden iletilmiş olur (Görsel 1.7). Nörotransmitter maddelerin görevi hücreye özgüdür. Her kimyasal haberci her hücreyi uyaramaz. Bir nörotransmitter madde bir nöronu uyarırken başka bir nörona etki etmeyebilir. Görevi biten nörotransmitter maddeler ya yıkıma uğrar ya da sinir hücreleri tarafından geri emilir.



Görsel 1.7
Sinapslarda impuls iletimi

Aksonlarda uyarı iletimi elektriksel, sinaps bölgelerinde ise kimyasaldır. Bu nedenle aksonlarda sinyal iletimi sinaps bölgelerine göre daha hızlı gerçekleşir. Bir aksiyon potansiyelinin akson zarı boyunca yayılma hızı, akson çapına ve aksonun miyelinli olup olmadığına bağlıdır. İmpuls iletim hızını akson çapının artması veya aksonun miyelinli olması artırır. Dolayısıyla zarda depolarize olacak bölgeler daha hızlı eşik değere ulaşır. Miyelin kılıf, hücre içini ve dışını birbirinden ayıran bir yalıtkan olduğu için zardan iyon geçişini yaklaşık 5.000 kat düşürür. Aksiyon potansiyeli miyelin kılıfın kesintiye uğradığı, voltaj kapılı sodyum kanallarının konsantrasyonunun yüksek olduğu Ranvier boğumlarında meydana gelir. Bu nedenle aksiyon potansiyelleri miyelinli bir akson boyunca yayılırken bir boğumdan diğerine atlar. İmpulsun Ranvier boğumlarında bu şekilde iletilmesine **atlamalı iletim** denir (Görsel 1.8).



Görsel 1.8
Aksonlarda atlamalı iletim

KENDİNİ GELİŞTİR

Clostridium botulinum (Klostridiyum botulinum) bakterisi tarafından sentezlenen botulinum toksini (botulin ya da botoks) endositozla hücre zarından sitoplazmaya alınır ve asetilkolin taşıyan veziküllerin ekzositozunda görev alan polipeptitleri parçalar. Böylece asetilkolin salgılanamaz ve impuls iletimindeki görevini yerine getiremez. Bu nedenle estetik amaçlı botoks uygulaması sonrası bazı kişiler mimik kaslarını hareket ettiremez.

1. Nöronlardaki sinyal iletimi hangi durumlarda engellenebilir? Açıklayınız.

....

....

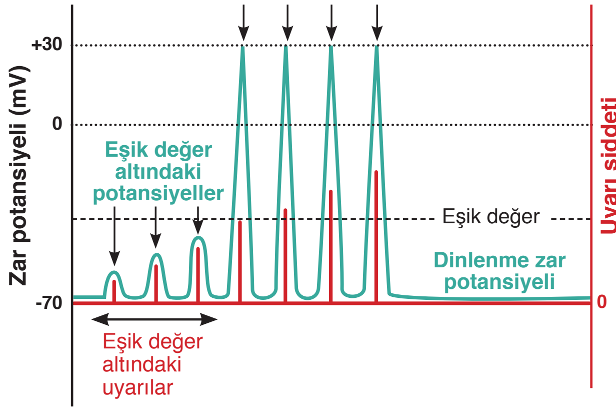
....

2. Botoksun nöronlar üzerindeki etkisinde olduğu gibi nöronlardaki impuls iletimini engelleyen maddelerin hangi alanlarda kullanıldığını ve bu maddelerin etki mekanizmalarını araştırıp örnekler veriniz.

....

....

....



Grafik 1.1: *Bir sinir hücresinde uyarı şiddeti ve aksiyon potansiyeli ilişkisi*

Bir sinir hücresinde aksiyon potansiyeli oluşturabilecek en küçük uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Aksiyon potansiyelin oluşabilmesi için eşik değer ve üzerindeki bir büyüklüğe sahip uyarının sinir hücresini uyarması gerekir. Eşik değerin altında kalan uyarılar impuls oluşturmaz (Grafik 1.1).

Birçok sinir hücresinin aksonlarının bir araya gelmesiyle oluşan sinirde her bir sinir hücresinin sahip olduğu eşik değeri farklı olabilir. Bir nöronun sahip olduğu eşik değer ve üzerindeki her uyarı şiddeti, büyüklüğünden bağımsız olarak hep aynı şekilde aksiyon potansiyeli oluşmasına neden olur. Tek bir sinir hücresi için geçerli olan bu duruma **ya hep ya hiç prensibi** denir. Ya hep ya hiç prensibi gereği bir sinir hücresinde impulsun oluşması uyarı şiddetinin büyüklüğü hakkında bilgi vermez. Yüksek bir gürültü ile fısıltı arasında impuls oluşumu açısından bir fark yoktur. Bir sinir hücresinde aksiyon potansiyelinin oluşması bunun yüksek bir gürültüden mi yoksa fısıltıdan mı kaynaklandığı hakkında fikir vermez. Ancak uyarının sıklığı (frekansı) ve uyardığı sinir hücrelerinin sayısı, beyinde uyarının şiddeti hakkında değerlendirmeye tabi tutulur ve ona göre tepki oluşturulur (Görsel 1.9).



Görsel 1.9
Uyarı şiddetinin algılanması

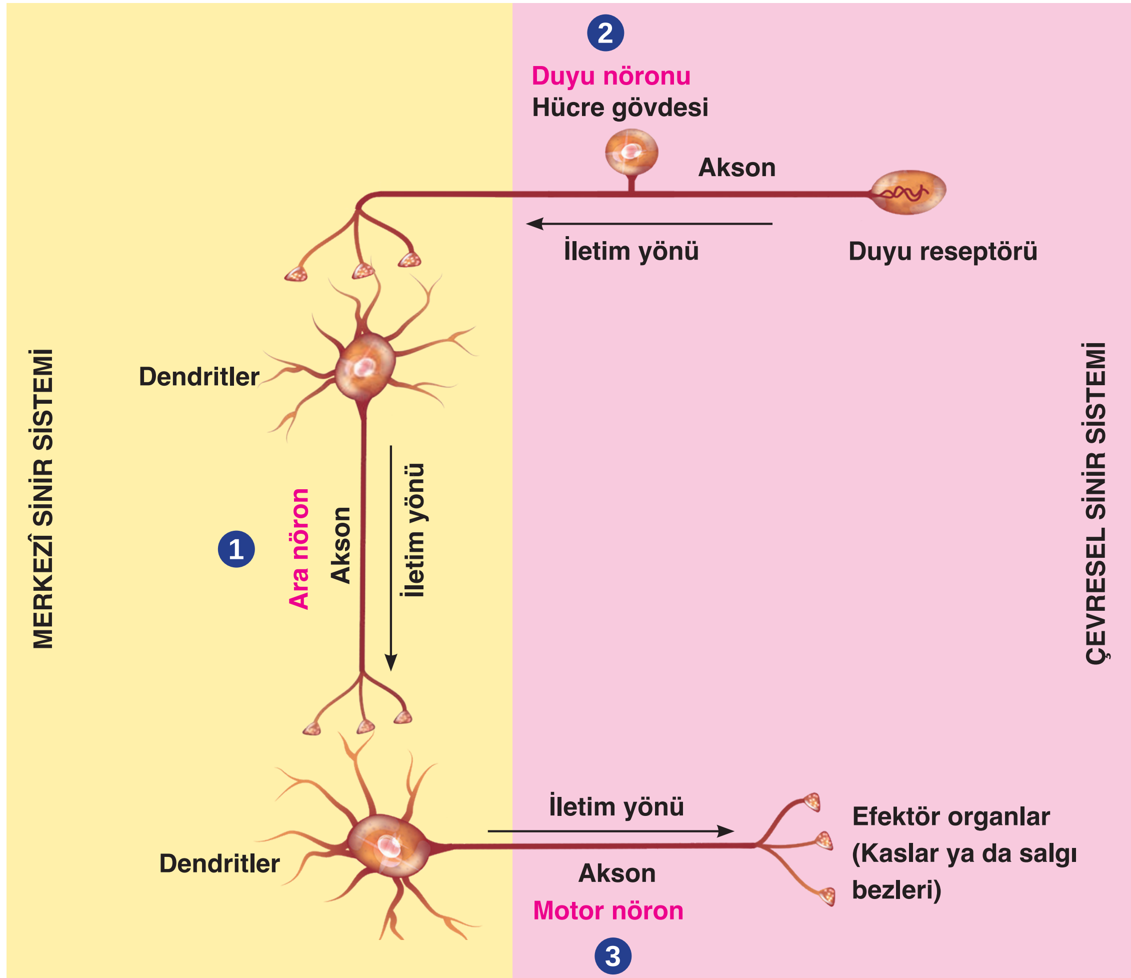
Uyarı şiddeti ve aksiyon potansiyeli ilişkisi için karekodu okutunuz.

SİNİR SİSTEMİNİN BÖLÜMLERİ

Sinir sistemi merkezî sinir sistemi ve çevresel sinir sistemi olmak üzere iki bölümden oluşur (Görsel 1.10). Merkezî sinir sistemi, beyin ve omurilikteki sinirlerden oluşan sinir sisteminin bütünleştiricisi ve kontrol merkezidir. Merkezî sinir sisteminde ara nöronlar (bağlantı nöronları) yer alır. Ara nöronlar, duyu nöronlarından gelen duyusal bilgileri işler. Ardından mevcut koşullar ve deneyimlere dayanarak uygun motor nöronları aktive eder. Böylece kasların kasılmasını ve bezlerin salgı üretmesini teşvik eden tepkinin ortaya çıkmasını sağlar. Merkezî sinir sistemi aynı zamanda düşüncelerin, duyguların ve anıların kaynağıdır ❶.

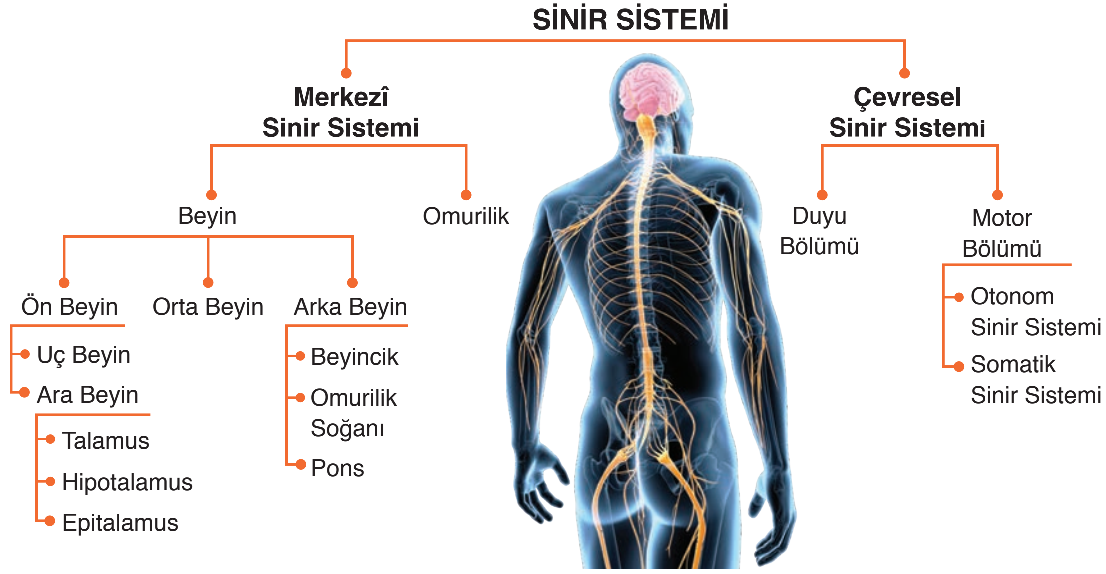
Çevresel sinir sisteminin bileşenleri motor nöronlar ve duyu nöronlarıdır. Benzer işlevlere sahip çevresel sinir sistemi nöronlarının hücre gövdeleri genellikle bir araya gelerek **gangliyon** adı verilen kümeleri oluşturur. Duyu nöronları periferden (iç organlar ve duyu organları) aldıkları sinyalleri merkezî sinir sistemine iletir. Duyu nöronları, çevrelerindeki çeşitli fiziksel veya kimyasal değişikliklere karşı nöronda elektrik sinyalleri üreten duyu reseptörlerine sahiptir. Reseptörler; görme, işitme, dokunma, koku ve tat alma gibi duyusal çeşitlilik ihtiyacını sağlamak üzere ışık, ses, mekanik ve kimyasal uyaranlardaki değişikliklere duyarlıdır. Duyu nöronlarının çoğunun dendritleri yoktur ve hücre gövdesi merkezî sinir sistemi dışındadır ❷.

Motor nöronlar merkezî sinir sisteminden aldığı yanıtı kaslara, bezlere veya diğer nöronlara iletir. Motor nöronların hücre gövdesi ve dendritleri merkezî sinir sisteminin içindedir. Motor nöronların aksonları çevresel sinir sisteminin kontrolündeki organlara uzanır ❸.



Görsel 1.10
Sinir sistemi bölümleri ve nöronlar

Sinir sisteminin bölümleri Şema 1.1'de gösterilmiştir.



Şema 1.1: *Sinir sisteminin bölümleri*

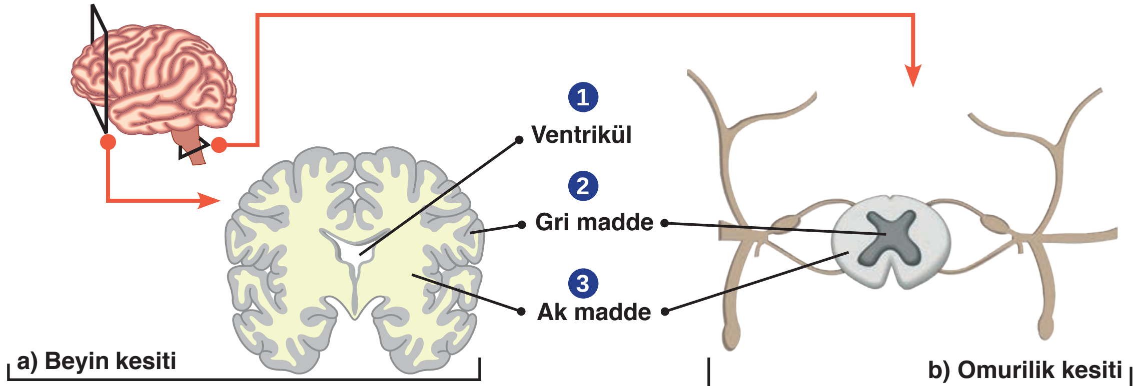
KENDİNİ GELİŞTİR

Yaklaşık 1,5 kg olan yetişkin beyni yüksek metabolik gereksinimlerinden dolayı bir dakikada vücutta dolaşan kanın yaklaşık %15'inden faydalanır. Dakikada ortalama 70 kez atan kalp, her atımda yaklaşık 70 ml kan pompalar. Bu durum beynin dakikada yaklaşık 750 ml kana ihtiyacı olduğunu gösterir.

- Bu kadar yüksek bir miktarda kana ihtiyaç duyan beynin metabolik gereksinimlerinin neler olduğunu tartışınız.

MERKEZÎ SİNİR SİSTEMİ

Merkezî sinir sistemi, embriyonik bir yapı olan içi boş sinir kordonundan (nöral tüp) oluşur. Embriyonik dönemdeki sinir kordonu boşluğu, beyin ve omurilik (Görsel 1.11) gelişirken omurilik kanalını ve beyin yarıklarını (ventrikül) oluşturur **1**. Omurilik kanalı ve beyin ventrikülleri beyin omurilik sıvısı (BOS) ile doludur. Ventriküller, ependim hücreleri ile çevrilidir. BOS; merkezî sinir sistemini korur, besler ve atıkların uzaklaştırılmasında görev alır. Merkezî sinir sistemi gri ve ak maddeden oluşur. Beynin korteksinde nöronların hücre gövdeleri, dendritleri ve miyelinsiz aksonları içeren gri madde bulunur **2**. Korteksin altındaki ak madde ise miyelin kılıflı aksonlardan oluşur. Beyindeki ak madde çoğunlukla içeride yer alırken omurilikteki ak madde dışarıda yer alır **3**.

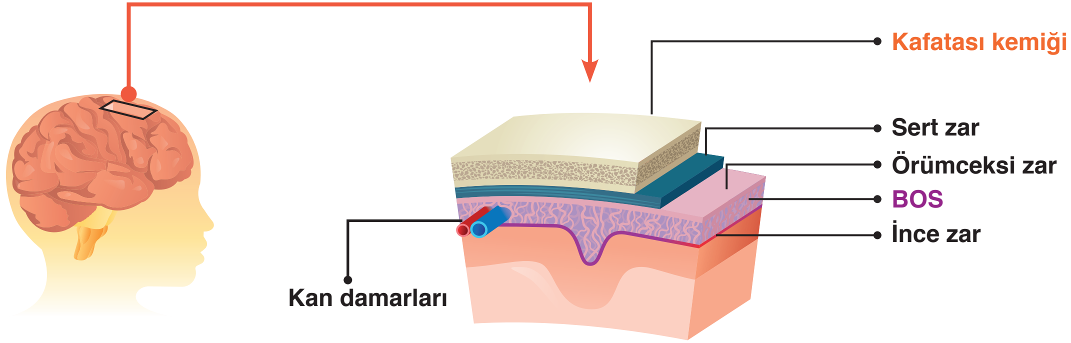


Görsel 1.11
Merkezî sinir sistemi oluşumları

Merkezî sinir sistemi bağ dokudan oluşmuş üç katlı koruyucu zarla çevrilidir. Kafatasının altında yer alan en dıştaki zar, sert zardır. Sert zar en kalın olan zar olup kafatasının iç yüzeyine yapışıktır. Zarların ortasındaki örümceksi zar gevşek bir beyin örtüsü oluşturur. Örümceksi zar ile onun altında yer alan ince zar arasındaki boşlukta kan damarları ve BOS bulunur. En içte bulunan ince zar, beyin ve omuriliğin yüzeyine yapışık ince, şeffaf bir zardır. İnce zar içinde beyin ve omuriliğe oksijen ve besin sağlayan birçok kan damarı bulunur (Görsel 1.12).

MERAKLISINA

Beyin zarlarının bir bakteriyel ya da viral ajan tarafından iltihaplanması **menenjit** denilen hastalığa neden olur. Menenjit, merkezî sinir sistemi için önemli bir tehdittir. İltihap beyne yayılarak ensefalit adı verilen beyin iltihabına yol açabilir.



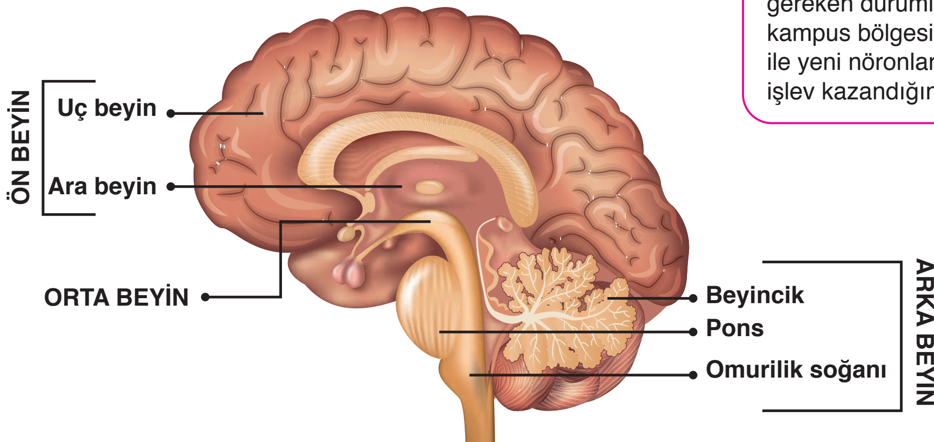
Görsel 1.12
Merkezî sinir sistemini çevreleyen koruyucu yapılar

BEYİN

Embriyonik dönemin henüz dördüncü haftasında ön beyin, orta beyin ve arka beyin olmak üzere beynin bölümleri şekillenmeye başlar. Beşinci haftayla birlikte ön beyinde uç beyin ve ara beyin gelişir. Arka beyin pons, beyincik ve omurilik soğanını oluşturacak şekilde farklılaşmaya başlar. Uç beynin diğer bölümlere göre orantısız ve hızlı büyümesi dış kısmın içe doğru kıvrılmasına neden olur. Böylece beynin iki yarım küresi (korteks, beyin kabuğu) oluşur (Görsel 1.13).

MERAKLISINA

İnsanlar da dâhil olmak üzere yetişkin memelilerin beyinlerinin nöronlara ve glial hücrelere dönüşebilen nöral kök hücreler içerdiği bilinmektedir. Bilimsel araştırmalar yeni karşılaşılan durumlarda bir bölgenin haritalanması, ezberlenmesi gibi hafızanın çalıştırılması gereken durumlarda beynin hipokampus bölgesinde nörogenez ile yeni nöronların oluştuğunu ve işlev kazandığını göstermiştir.



Görsel 1.13
Beynin bölümleri

Orta beyin ve arka beynin bir kısmı (pons ve omurilik soğanı) beynin alt bölümünde omurilikle birleşen beyin sapını oluşturur. Omurilik ile beyin arasında hareket eden tüm bilgiler beyin sapından geçmek zorundadır.

Ön Beyin

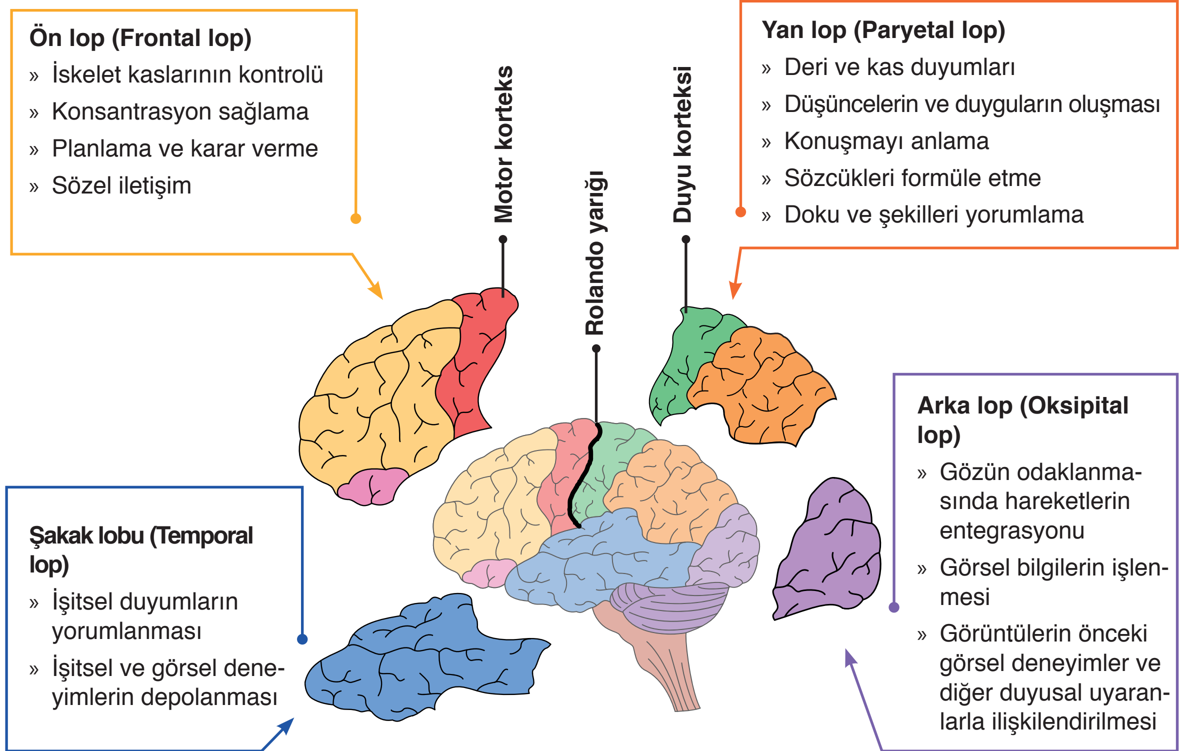
Ön beyin, **uç beyin** ve **ara beyin** olmak üzere iki kısımdan oluşur. Uç beyin, toplam beyin kütlesinin yaklaşık %80'i ile beynin en büyük kısmıdır. Sağ ve sol olmak üzere iki yarım küreden oluşur. Sağ yarım küre vücudun sol tarafıyla, sol yarım küre ise vücudun sağ tarafıyla iletişim kurar. Beyin yarım küreleri nasırlı cisim adı verilen çok sayıda akson bağlantılarıyla oluşmuş yapıyla birbirine işlevsel olarak bağlıdır. Uç beyin; bilinçli davranışlar, hafıza, öğrenme ve duyu alımında rol oynar.

Beyin yarım kürelerinin her biri ön lop (frontal lop), yan lop (paryetal lop), şakak lobu (temporal lop) ve arka lop (oksipital lop) olmak üzere dört kısma ayrılır. Ön lop ile yan lop enine doğru merkezî bir yarıkla (Rolando yarığı) ayrılmıştır. Bu merkezî yarığın ön kısmında motor işlevlerin görüldüğü primer motor korteks, arka kısmında basınç ve dokunma duyu işlevlerinde görev alan primer duyu korteksi bulunur.

Duyu organlarından primer duyu korteksine gelen duyusal bilgi, işlenmek üzere ilgili derleme alanlarına gönderilir. Değerlendirilen ve bütünleştirilen bilgi, primer motor korteksten beyin sapı ve omurilik yoluyla beyni terk eder. Bu bilgi motor nöronları uyararak tepkiyi efektör organlara iletmede görev alır. Beyin loplarının işlevleri Görsel 1.14'te gösterilmiştir.

MERAKLISINA

Beyin korteksinin altında çok karmaşık bir akson ve dendrit ağından oluşmuş nöron grupları bulunur. Bazal çekirdekler denilen bu yapı; hareketleri başlatmaya ve sonlandırmaya, istenmeyen hareketleri bastırmaya ve kas tonusunu düzenlemeye yardımcı olur.



Görsel 1.14
Beyin loplarının işlevleri

Beynin öğrenme özellikleri ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.

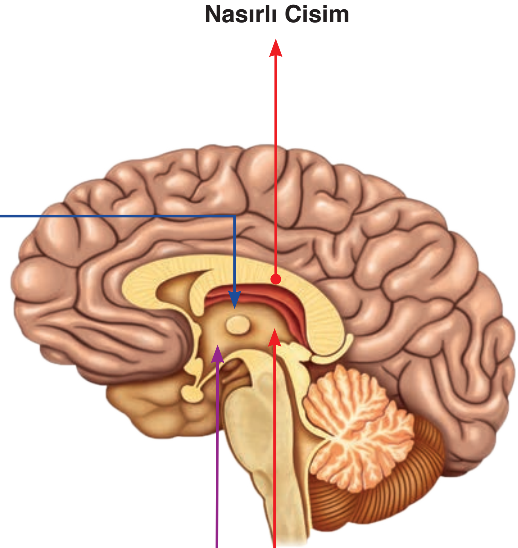


Ön beynin diğer bir bölümü ara beyin; talamus, hipotalamus ve epitalamustan oluşur. Ara beynin bölümlerinin yerleri ve görevleri Görsel 1.15'te gösterilmiştir.

Talamus
Uç beyne gelen duyusal bilgilerin (koku hariç) toplandığı merkezdir. Duyu organlarından gelen bilgiler burada işlenir ve beyin kabuğunun ilgili merkezine iletilir. Beyincik ve bazal çekirdeklerden primer motor korteksine bilgi ileterek motor fonksiyonlara katkıda bulunur ve bilincin korunmasında rol oynar.

Hipotalamus
Vücudun termostatı olarak görev yaparak vücut ısısını kontrol eder, sirkadiyen ritimleri düzenler ve vücutta homeostasiyi sağlar. Hipofiz bezini kontrol ederek otonom sinir sisteminin aktivitelerini denetler ve bütünleştirir. Hipofiz bezinin salgıladığı hormonlar cinsel davranışları, beslenmeyi ve susamayı düzenler; heyecan ve stres durumunda savaş ya da kaç tepkisini oluşturur.

Epitalamus
Talamusun üst ve arka kısmında endokrin sistemin bir parçası olan epifiz bezinin bulunduğu bölgedir. Epifiz bezi melatonin hormonu salgılar. Bu hormon hipotalamusla birlikte sirkadiyen ritimleri düzenlemeye yardımcı olarak uyku-uyanıklık döngüleri ve ergenlik başlangıcının düzenlenmesinde görev alır. Epitalamusta yer alan bazı kılcal damar toplulukları beyin omurilik sıvısının oluşumuna yardımcı olur.



Görsel 1.15
Ara beynin bölümleri ve görevleri

KENDİNİ GELİŞTİR

Sirkadiyen ritim yaklaşık bir günlük süre içerisinde canlıda meydana gelen biyokimyasal, fizyolojik ve davranışsal ritimlerin tekrar edilmesi olarak tanımlanır. Her gün aynı saatte uyuyup aynı saatte kalkan bir kişi çoğu zaman kurulan bir alarma ihtiyaç duymadan güne başlayabilir. Vücut, biyolojik saat olarak nitelendirilen sirkadiyen ritimlerde meydana gelen değişikliklerden genellikle olumsuz etkilenir.

- Uzun süren uçak yolculukları sonrasında hissedilen rahatsızlığın sirkadiyen ritimle olan ilişkisini açıklayınız.

....

....

Orta Beyin

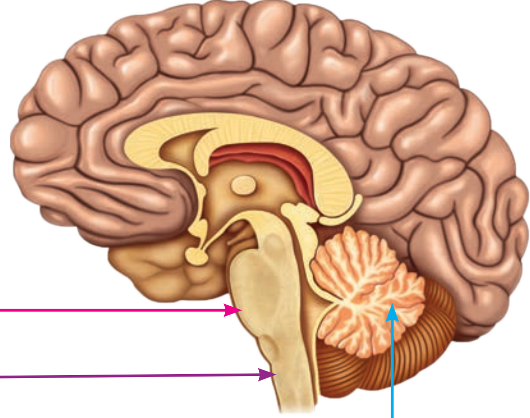
Orta beyin hareketli bir cismin gözle takibinde baş ve göz hareketlerini koordine eden görme ile ilgili refleksleri düzenler. Yandan yaklaşan bir cismin görüntüsü henüz beyindeki görme merkezinde oluşmadan fark edilir ve baş o yöne çevrilir. İşitme duyusunda elde edilen bilgi ya burada değerlendirilir ya da ön beyinde ilgili merkeze aktarılır. Beklenmedik bir anda yüksek bir ses şiddetine karşı irkilme refleksini düzenler. Orta beyin, beyin ve beyincik ile bağlantıları koruyarak çizgili kasların hafif kasılması (kas tonusu) ve vücut duruşunun kontrolünde görev alır. Dopamin salgılayan nöronlara sahiptir. Orta beyindeki nöronların dejenerasyonu Parkinson hastalığına neden olur.

Arka Beyin

Arka beyin; pons, omurilik soğanı ve beyincikten oluşur. Arka beynin bölümlerinin yerleri ve görevleri Görsel 1.16'da gösterilmiştir.

Pons

Çevresel sinir sistemiyle orta beyin ve ön beyin arasında bilgi taşınmasını sağlayan köprü görevi görür. Ponsun bazı aksonları beyinciğin sağ ve sol kısımlarını birbirine bağlar. Omurilik soğanıyla birlikte yutma, kusma, dolaşım, solunum gibi fonksiyonların kontrolünde görev alır. Omurilik soğanındaki solunum merkezlerini düzenleyerek normal solunum ritminin korunmasına yardımcı olur.



Omurilik soğanı

Beyinden çıkıp omuriliğe ve perifere dağılacak sinirler omurilik soğanında çapraz yapar. Omurilik soğanında sinirlerin çaprazlanması sonucu her bir beyin yarım küresi esas olarak beynin karşı tarafındaki kasların istemli hareketlerini kontrol eder. Omurilik soğanı; solunum, dolaşım, sindirim, boşaltım gibi sistemlerin homeostasinin korunmasını kontrol eden refleks merkezidir. Kalbin kasılma kuvvetini ve hızını belirleyen, kan basıncını düzenlemek için damar çapını ayarlayan, solunum ritmini ve derinliğini kontrol eden merkezleri içerir. Hıçkırma, hapşırma, öksürme, çiğneme, yutma, kusma gibi reflekslerin de kontrol merkezidir. Bu işlevleri bakımından omurilik soğanının hayati önemine atfen **hayat düğümü** de denir. Omurilik soğanı zarar gören bir insan hayatını sürdüremez. Bitkisel hayatta veya komada bulunan kişilerin omurilik soğanındaki ve beyin sapındaki faaliyetler devam etmektedir. Bu kişiler bu sayede dışarıdan alınacak bir desteğe ihtiyaç duymadan solunumunu devam ettirebilir. Diğer organları da yaşamını devam ettirecek ölçüde kendi kendine çalışmaya devam eder. Omurilik soğanında omurilikte olduğu gibi dışta ak, içte gri madde bulunur.

Beyincik

Pons ve omurilik soğanıyla birlikte arka beyni oluşturan yapılardandır. Ponsun dışarıya doğru gelişen arka çıkıntısıdır. Beyincikten enine kesit alınıp incelendiğinde beyindeki gibi dışta gri, içte ak madde bulunduğu görülür. Beyincik, hareketlerin koordine edilmesinde ve dengenin sağlanmasında görev alır. Bunu yaparken hareketin kontrol edildiği beynin ilgili bölümünden kaslara iletilen emirlerin kopyalarını tutar. Kaslardan, eklemlerden, iç organlardan, deriden, işitme ve görme duyularından veriler toplar; hatalı olanları düzeltir. El-göz koordinasyonu beyincik tarafından kontrol edilir.

Görsel 1.16
Arka beynin bölümleri ve görevleri

KENDİNİ GELİŞTİR

Beyin ölümü; ön beyin, beyincik ve beyin sapının işlevlerini tamamen kaybetmesiyle hayati fonksiyonların geri dönülmez bir biçimde kaybedilmesidir. Beyin ölümü gerçekleşen kişilerin kalpleri geçici olarak atmaya devam eder. Kişiden nabız alınsa bile diğer hiçbir yaşamsal fonksiyon gerçekleşmez. Beyin ölümü gerçekleşen kişiler kendiliğinden soluk alıp veremezler. Bunun için hiçbir kesinti olmadan tıbbi yaşam destek ünitesine bağlanmaları gerekir.

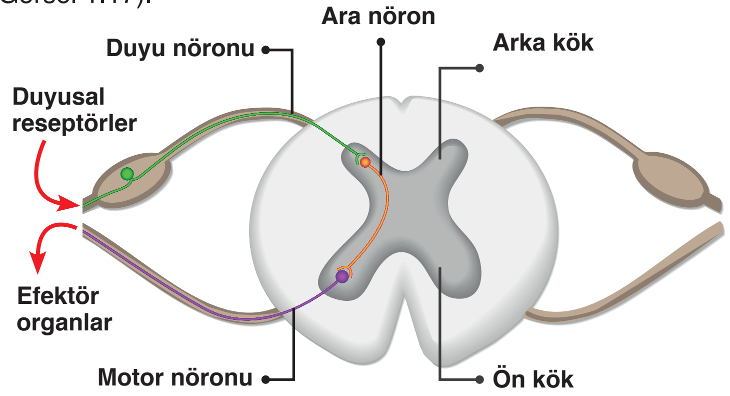
1. Beyin ölümü geri dönüşü olmayan bir süreç olduğuna göre beyin ölümü gerçekleşen bireyin neden yaşam destek ünitesine bağlandığını sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Koma ve bitkisel hayat terimlerini araştırıp bu terimlerin beyin ölümüyle farkını açıklayınız.

OMURİLİK

Omurilik; omurlar, merkezî sinir sistemini çevreleyen zarlar ve BOS ile korunur. Periferden gelen uyarılar beyne, beyinden gelen uyarılar da ilgili organlara omurilik tarafından iletilir. Omuriliğin enine kesitinde dışta ak madde, içte boz madde bulunur. Ak maddenin içinde kelebek gibi görünen boz madde ikisi önde (ventral), ikisi arkada (dorsal) olmak üzere dört adet kök adı verilen çıkıntıya sahiptir.

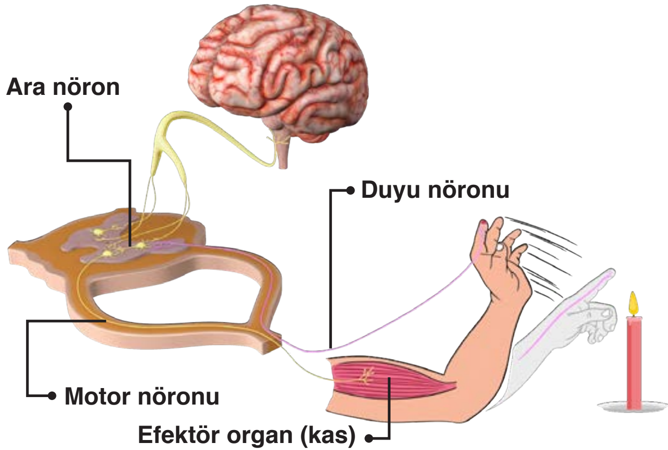
Arka kök (dorsal kök); derideki, kaslardaki ve iç organlardaki duyusal reseptörlerden alınan uyarıları merkezî sinir sistemine ileten duyu nöronlarının aksonlarını içerir. Ön kök (ventral kök) ise merkezî sinir sisteminden efektör organlara (kaslar ve bezler) sinir uyarılarını ileten motor nöronların aksonlarını içerir. Boz madde ayrıca arka kökten gelen ve ön kökten çıkan nöronlar arasında bağlantı kuran ara nöronlar da içerir. Ak madde içinde beyin ile omurilik arasında bilgiyi taşıyan duyu ve motor nöronların aksonları bulunur (Görsel 1.17).

Duyu nöronları sayesinde duyusal girdi, duyu reseptörlerinden boz maddeye kadar taşınır. Buraya gelen duyu aksonları ara nöronlarla sinaps yapabileceği gibi doğrudan beynin ilgili merkezine kadar uzanabilir. Ön kökten çıkan motor nöronlar beyinden gelen uyarıları taşıyan istemli kas hareketlerini kontrol eden nöronlar olabileceği gibi kalp kası, düz kaslar ve salgı bezlerinin çalışmasını sağlayan motor nöronlar da olabilir.



Görsel 1.17
Omuriliğin enine kesiti

Omurilik; aynı zamanda bir uyarıya karşı hızlı, istemsiz ve planlanmamış bir tepki oluşturarak vücudu koruyan refleks merkezidir. Omurilik refleksleri beyinden bağımsız olarak gerçekleşir. Refleks, omurilik sinirlerince gerçekleştirildikten sonra beyne bilgi iletilir. Refleks oluşurken sinir hücrelerinde impulsun izlediği yola **refleks yayı** denir. Basit bir refleks yayında duyu nöronları ara nöronlarla sinaps yapmadan doğrudan motor nöronlarla sinaps yapar. Genellikle bir refleks yayı duyu reseptörleriyle başlar; duyu nöronu, ara nöronlar ve motor nöronlarla devam edip efektör organlarla sonlanır. Bir kişi elini sıcak bir yüzeye değdirirse acı duyusu daha beyne iletilmeden kol kaslarının kasılmasıyla elini geri çeker (Görsel 1.18).



Görsel 1.18
Refleks oluşumu ve refleks yayı

Reflekslerin yaşamda meydana gelen değişikliklere karşı bireyi koruyan kaçma, korunma ve hayatta kalma gibi önemli işlevleri vardır. Diz kapağı refleksi, göz bebeği refleksi, emme refleksi gibi bazı refleksler doğuştan gelirken bisiklet sürme, araba kullanma gibi bazı refleksler sonradan öğrenme yoluyla kazanılabilir. Refleksler, sinir sisteminin sağlığı hakkında faydalı bilgiler sunduğundan hastalıkların teşhisinde sıklıkla kontrol edilir. Refleks yayı boyunca herhangi bir yerde hasarın olması, refleksin gerçekleşmemesine ya da anormal olmasına neden olur. Örneğin doktor, diz kapağının altında bulunan tendona küçük bir cisimle vurarak bacağın diz ekleminden öne doğru fırlamasını kontrol eder. Eğer diz kapağı refleksi gerçekleşmiyorsa bu durum bel bölgesinde bir yaralanmanın ya da reflekste görev alan nöronlardaki bir hasarın göstergesi olabilir.

ÇEVRESEL SİNİR SİSTEMİ

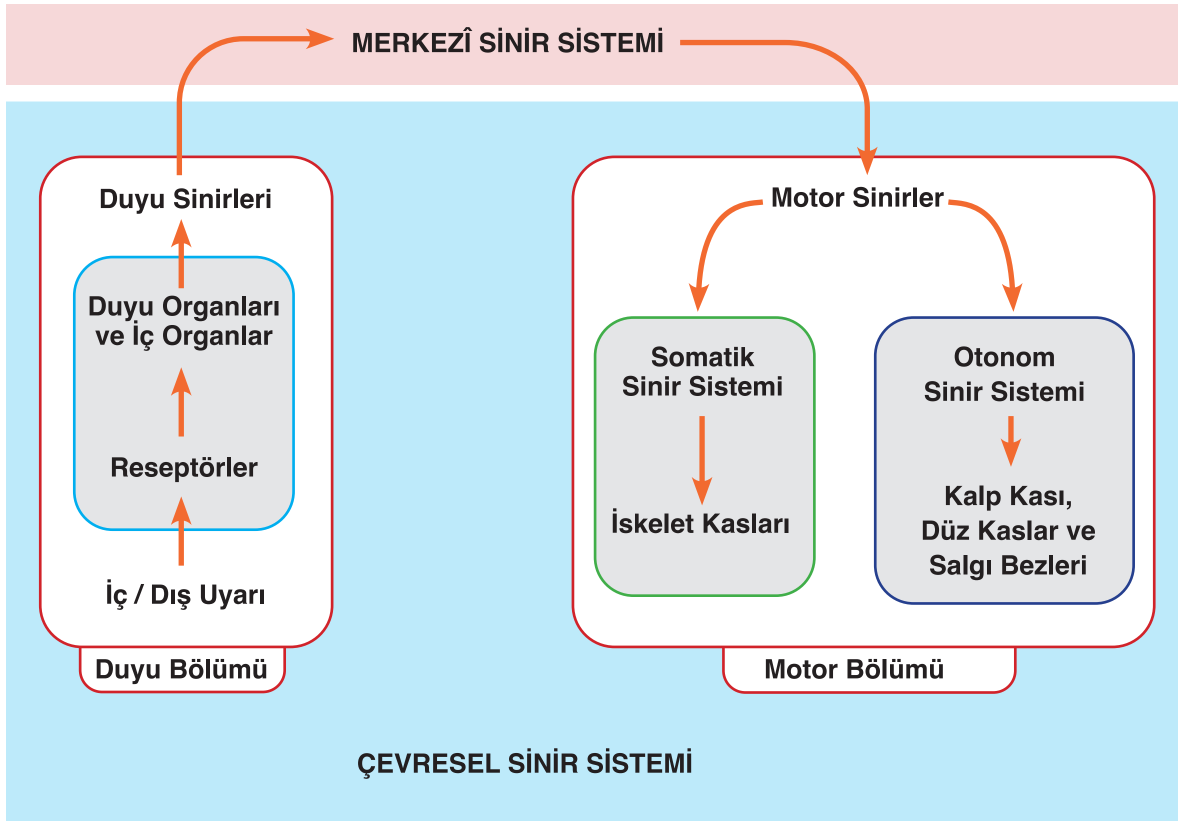
Çevresel sinir sistemi, merkezî sinir sisteminden uzanan sinirlerden (akson demetleri) ve gangliyonlardan (nöron hücre gövdeleri) oluşur. Çevresel sinir sistemi vücuttaki doku ve organ sistemlerinin merkezî sinir sistemiyle bağlantısını kurar. Merkezî sinir sistemine gelen bilgiler değerlendirilip istemli ve bilinçli yanıtlar oluşturulur. Fizyolojik düzenlemeden sorumlu bazı bilgilerin yorumlanması ve bunlara verilecek yanıt, birey farkında olmadan gerçekleşir. Beyinden çıkan on iki çift kafa siniri ve omurilikten çıkan otuz bir çift omurilik siniri iç organların ve sistemlerin çalışmasını kontrol eder.

Çevresel sinir sistemi duyu ve motor bölümlerinden oluşur. Duyu bölümü; dokunma, tat, koku, görme, işitme, denge ve sıcaklık gibi uyaranlar hakkında reseptörler aracılığıyla bilgi alır. Bu bilgileri merkezî sinir sistemine iletir.

Çevresel sinir sisteminin motor bölümü, merkezî sinir sisteminden gelen çıktıları efektör organlara iletir. Motor bölüm, somatik sinir sistemi ve otonom sinir sistemi olarak ikiye ayrılır. Somatik sinir sistemi, merkezî sinir sisteminden yalnızca iskelet kaslarına tepki iletir. İstemli hareketlerin kontrol edildiği bölümdür. Otonom sinir sistemi; merkezî sinir sisteminden gelen çıktıyı düz kasa, kalp kasına ve bezlere iletir. Bu bölümün faaliyetleri istemsiz gerçekleşir. Sinir sisteminin bölümleri arasındaki ilişkiler Şema 1.2'de gösterilmiştir.

MERAKLISINA

10. beyin siniri olan vagus siniri birçok görevi üstlenmiş karmaşık bir sinirdir. Genel olarak göğüs ve karın boşluğunda yer alan organların çalışmasını kontrol eder. Vagus siniri dilin arkasındaki tat tomurcuklarından tat alma, kulak kepçesinden dokunma, ağrı duyusu alma gibi işlevlere sahiptir. Bunun yanında solunum yollarının daraltılması, kalp atım hızının azaltılması, kan basıncının kandaki oksijen ve karbondioksit seviyelerinin izlenmesi gibi birçok fizyolojik işlevde de görev alır.



Şema 1.2: *Sinir sisteminin bölümleri arasındaki ilişkiler*

OKUMA METNİ

İBN SİNA


İbn Sina (980-1037) temsilidir.

Dünyanın günümüze kadar etkisini göstermiş en büyük bilim insanlarından biri olan İbn Sina (980-1037), Buharalı bir anne ve Belhli bir babanın oğludur. Buhara'da esaslı bir medrese eğitimi gören İbn Sina, tıp yanında çeşitli bilimler üzerinde de bilgisini artırdı. İbn Sina, devlet hayatının bazı kademelerinde de görev yaptı. Onu dünya çapında üne kavuşturan *"el-Kanûn fit-Tıb" (Kanun)* isimli eseri XII. yüzyılın sonlarına doğru Latinceye çevrildi. Başta tıbbi ve felsefi eserleri olmak üzere onun birçok eseri doğuda ve batıda fikir ve ilham kaynağı oldu. Bazı eserleri ders kitabı olarak okutuldu. Bugün dahi çalışmalarının etkisi görülmektedir. İbn Sina; çok uzun sayılamayacak bir ömre büyük işler sığdıran, gece gündüz demeden, durmaksızın çalışan bir bilgindi. Nitekim gündüz devlet işleri ile uğraştı. Geceleri de öğrencilerine ders verdi, eser yazmakla meşgul oldu. Onun en belirgin özelliği, bilim insanı ve düşünür olmasıdır. İbn Sina'nın başta felsefe ve tıp olmak üzere hemen hemen her sahada yazmış olduğu eserlerin sayısı kesin olarak belirlenememekle birlikte 200'ün üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Kendinden önce Euclides, Batlamyus, Aristo, Eflatun gibi birçok batılı filozofun eserlerini incelemiş; onların fikirlerini geliştirmiş ve fikirlerin İslam dünyasında anlaşılmasını sağlamıştır. Bu büyük bilginin yaşadığı dönemlerde İslam dünyasında Farabi, Biruni, Ebu Fazıl, Ebu Berze, Ebu Maşer gibi ünlü bilim insanları da bilimin öncüleriydi.

Beş ciltlik *Kanun* kitabında

» Anatomi, fizyoloji, etiyoloji, semptomatoloji ve tedavi prensipleri
» İlaçlar ve etkileri
» Vücudun çeşitli kısımlarına etki eden hastalıklar ve patolojileri
» Bütün vücuda etki eden hastalıklar (ateşler, zehirlenmeler gibi), kritik günler, tanı, tümörler, kırıklar, çıkıklar ve toksikoloji
» İlaçların karışımı

konuları üzerinde durulur. Her cilt bölümlere, alt bölümlere ve kısımlara ayrılarak detaylandırılmıştır. Bu kitapta ortaya koyduğu konulardan bazıları şöyle sıralanabilir:

İbn Sina beslenme konusunda da önerilerde bulundu. Bu ünlü hekim; bebekler için ilk iki yıl en iyi gıdanın anne sütü olduğunu ve kesinlikle verilmesini, annenin sütü yoksa süt anne tutulmasını tavsiye etti.

Şişmanlığın birçok hastalığa neden olduğunu belirtti ve zayıflamayı temin için sebze yemeklerinin çoğunlukta olduğu perhiz listeleri hazırladı. Bu arada yaşlılara sağlıklarını korumaları için tuzlu yemek, yağlı et, katı etli balık yememelerini önerdi.

Kronik hastalıklarda vücut direncini artırmak için daha çok proteinli (et, yumurta vb.) gıdaların verilmesi gerektiğini belirtti. Hastalıkları tedavi etmek için 700'den fazla bitki karışımı kullandı. Üriner sistem enfeksiyonlarının tedavisinde bugünkü sondalara benzer sondalar kullandı ve sondaları kendisi yaptı.

Yine apse ve urları bugünkü cerrahi aletlere benzer kendisinin yaptığı bisturi ve penslerle çıkarttı. Bu arada romatizmal hastalıkların ve deri hastalıklarının tedavisinde bakırlı, demirli, şaplı suları bulunan kaplıcaları önerdi.

Anne karnındaki fetüsün nasıl beslenmesi gerektiğini araştırdı ve çocukların doğumdan itibaren bakımı, beslenmeleri ve hastalıklarına olduğu kadar eğitim ve psikolojik gelişimine de yer verdi. Yiyecek ve içeceklerin idrar yollarında taş oluşumuna sebep olduğunu ayrıca bağırsakların idrar yollarına baskı yapmasından dolayı idrardaki maddelerin kum ve taş meydana getirecek şekilde biriktiğini belirtti.

Cüzzamın, uyuzun, çiçeğin, vebanın ve iltihaplı yaraların bulaşıcı olduğunu; özellikle kalabalık toplumlarda ve hastalarla yakın temasta olanlarda fazla görüldüğünü belirtti. Kuduz, çeşitli göz hastalıkları, akciğer hastalıkları, verem, sıtma gibi hastalıkların tanı, teşhis ve tedavileri hakkında bilgiler verdi.

(Düzenlenmiştir.)

Ayşegül Demirhan Erdemir, *Türk Tıp Tarihinde Ünlü Türk Hekimi İbn-i Sina'nın Tıbbi Tedaviler Üzerinde Yorumlamaları*

1.2. ENDOKRİN BEZLER VE SALGILADIKLARI HORMONLAR

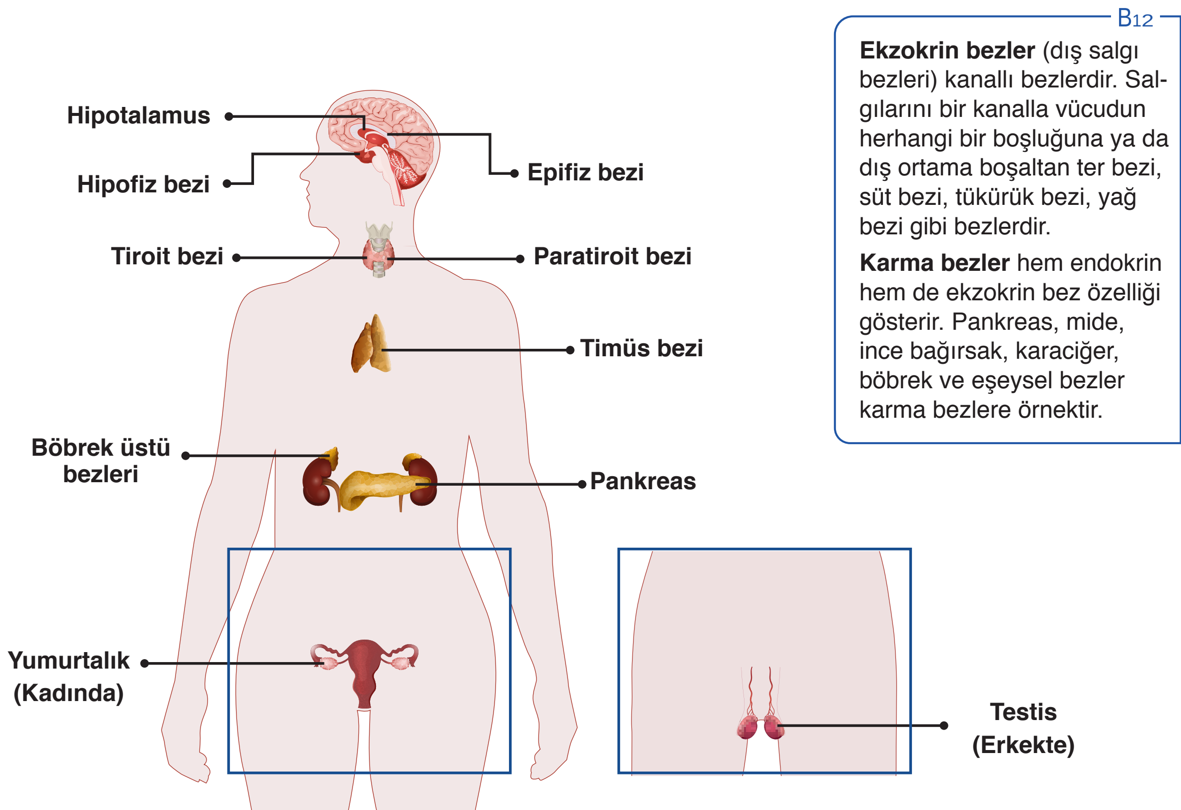
Tüm doku ve organların uyumlu çalışmasında, kararlı bir iç dengenin (homeostasi) sağlanmasında sinir sistemi ve endokrin sistem birlikte görev yapar. Endokrin sistem, **hormon** adı verilen kimyasalları salgılayan endokrin bezlerden meydana gelir. Endokrin bezler, kanalsız bezler olup salgıladıkları hormonları doğrudan kana verdikleri için bu bezlere **iç salgı bezleri** de denir. Hipofiz bezi, tiroit bezi, paratiroit bezi, adrenal bezler vb. endokrin bezlere örnektir.

Hormonlar, iç ve dış çevreden gelen uyarılara göre sentezlenen kimyasal maddelerdir. Kandaki glikoz, mineral, su gibi iç etkenler ile ışık, basınç vb. dış etkenlerin miktarındaki değişiklikler hormon sentezlenmesini uyarır. Ayrıca kandaki hormon miktarı ve sinir sisteminin endokrin bezlerini uyarması hormon sentezi üzerinde etkilidir.

Hormonlar; endokrin bezlerden, sinir hücrelerinin akson ucundan; mide, ince bağırsak, böbrek, karaciğer ve pankreas gibi organlardaki endokrin hücrelerinden salgılanır. Genellikle salgılandıkları yerlerde etkili olmayıp kan ile hedef hücrelerine taşınır. Bazı hormonların hedefi bir veya birkaç doku olabilirken bazı hormonların hedefi bütün vücut hücreleridir.

Endokrin hücreler tarafından salgılanan hormonlar; büyüme, gelişme, üreme, davranış, enerji metabolizması, kandaki madde miktarının belirli yoğunluklarda tutulması gibi olayları düzenler. Hormonlar kanda çok az miktarda bulunur. Kanda belirli bir miktara ulaşınca etkili olmaya başlar. Hormonun hedef hücresinin zarında veya hücrenin içinde ona özgü reseptörü bulunur. Hormonun reseptöre bağlanması ile hedef hücrede tepki oluşur. Hedef hücrenin hormona verdiği tepki, nöronlarla verilen tepkiden daha yavaş ve geç olmasına karşın etkisi uzun sürelidir. Görevini tamamlayan hormonlar, etkiledikleri hedef hücrede ya da karaciğerde parçalanır.

İnsanda bulunan başlıca endokrin bezler (Görsel 1.19); epifiz bezi, hipofiz bezi, tiroit bezi, paratiroit bezi, timüs bezi, pankreas, böbrek üstü bezleri (adrenal bezler) ve eşeysel bezlerdir (yumurtalık ve testis).



Görsel 1.19
Başlıca endokrin bezler

B12

Ekzokrin bezler (dış salgı bezleri) kanallı bezlerdir. Salgılarını bir kanalla vücudun herhangi bir boşluğuna ya da dış ortama boşaltan ter bezi, süt bezi, tükürük bezi, yağ bezi gibi bezlerdir.

Karma bezler hem endokrin hem de ekzokrin bez özelliği gösterir. Pankreas, mide, ince bağırsak, karaciğer, böbrek ve eşeysel bezler karma bezlere örnektir.

EPİFİZ BEZİ

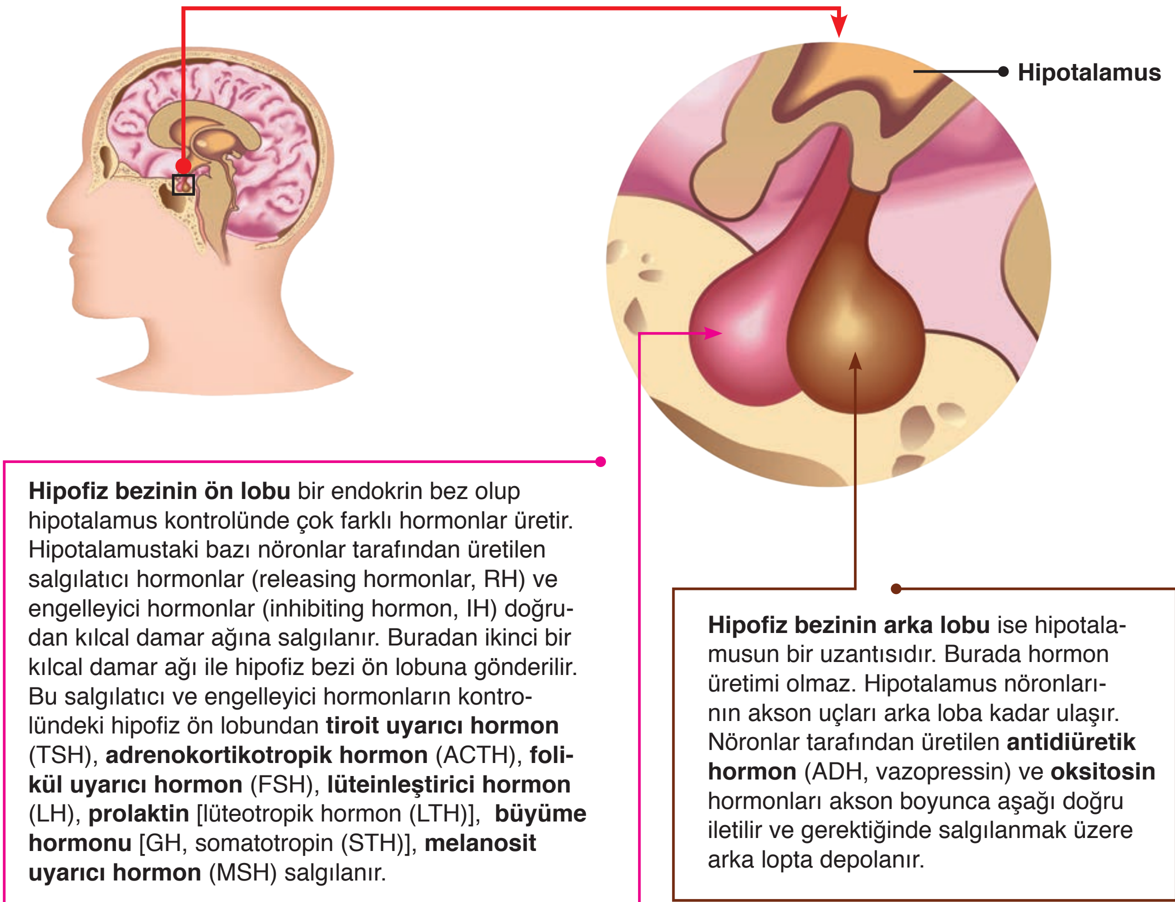
Epifiz bezi, beynin yarım küreleri arasında bulunan mercimek büyüklüğünde bir bezdir. Epifiz bezinden **melatonin** hormonu salgılanır. Melatonin salgılanması, hipotalamustaki bir grup nöron tarafından kontrol edilir. Bu nöronlar, gözün retinasında bulunan özelleşmiş, ışığa hassas hücrelerden uyarı almaktadır. Epifiz bezinden salgılanan günlük melatonin miktarı; mevsimsel gün uzunluğuna, ışığın devamlılığına ve şiddetine bağlı olarak değişir. Melatonin yapımı karanlıkta artar, ışıkta azalır. Örneğin kışın geceler uzun olduğu için melatonin salgısı artar.

Melatonin hormonu, mevsimsel geçişlerde gün uzunluğuna ve ışığa bağlı olarak ortaya çıkan biyolojik ritmin düzenlenmesinde rol oynar. Kadınlarda periyodik olarak aylık tekrarlanan menstrual döngü ve uyku zamanı gibi günlük tekrarlanan olaylar bu hormon kontrolünde düzenlenir.

HİPOTALAMUS VE HİPOFİZ BEZİ

Hipotalamus, vücuda yayılmış sinirlerden ve beynin diğer bölümlerinden aldığı uyarılara göre endokrin salgıları üretir. İç salgı sisteminde oldukça etkili bir yeri olan hipotalamus, hipofiz bezini denetler ve hormon salgılar. Hipotalamusun ayrıca vücut ısısının ve kan basıncının düzenlenmesi, su ve iyon dengesi, uyku düzeninin sağlanması gibi işlevleri de vardır.

Hipofiz bezi; iri bir fasulye tanesi büyüklüğünde, beyin tabanında ince bir sapla hipotalamusa bağlı bir bezdir. Hipofiz bezinin hormon salgılamasını hipotalamus yönetir ve denetler. Hipofiz bezinin ön ve arka lop olmak üzere iki ayrı bölümü vardır. Hipofiz bezinin genel yapısı ve salgıladığı hormonlar Görsel 1.20'de gösterilmiştir.



Görsel 1.20
Hipofiz bezinin genel yapısı ve salgıladığı hormonlar

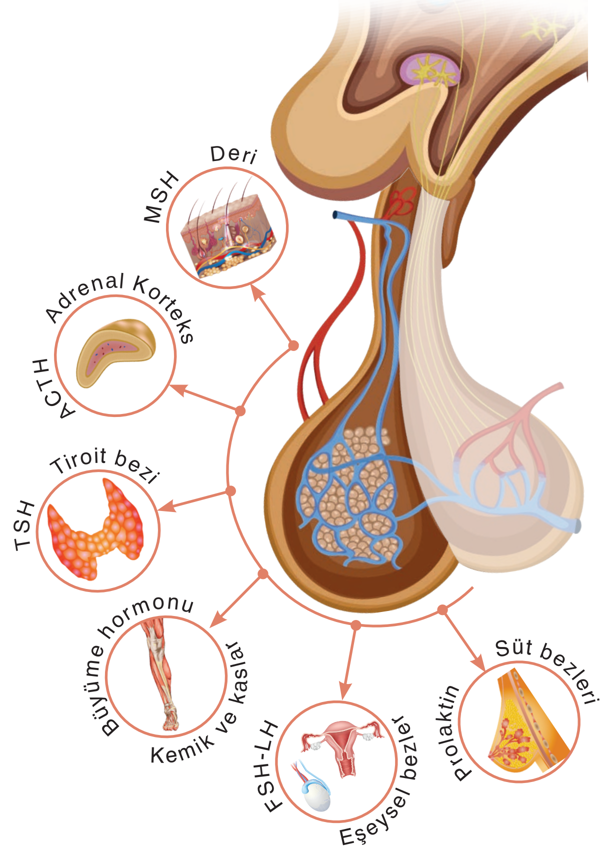
Hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan hormonlar ve bu hormanların görevleri Görsel 1.21'de gösterilmiştir.

Büyüme Hormonu (GH, Somatotropin)
Özellikle kemik, kıkırdak ve iskelet kasları başta olmak üzere bütün vücut hücreleri üzerine etki ederek büyümeyi teşvik eder. Uzun kemiklerin epifiz plaklarına doğrudan etki ederek devamlılığını ve bu kemiklerin boyca uzamasını sağlar. Hücrelerde protein sentezini artırır, hücre bölünmesini uyararak büyümeyi hızlandırır. Yağ ve karbonhidrat metabolizmasını düzenler. Yağ yıkımını artırıp glikoz kullanımını azaltarak enerji kaynağı olarak yağların kullanımını sağlar. Büyüme çağında aşırı salgılanması devliğe (gigantizm), az salgılanması hipofiz cüceliğine (pitüiter dwarfizm) neden olur. Büyüme çağından sonra ergin bireylerde bu hormonun aşırı salgılanması el, ayak ve yüz kemiklerinde anormal büyümeye (akromegali) neden olur.

Tiroit Uyarıcı Hormon (TSH)
Tiroit bezinin gelişmesini ve çalışmasını düzenler. Tiroit bezinden tiroksin hormonunun salgılanmasını uyarır. TSH hormonunun fazla salgılanması, fazla tiroksin salgısına neden olur. Bu durum tiroit bezinin TSH salgılamasını inhibe eder.

Adrenokortikotropik Hormon (ACTH)
Böbrek üstü bezlerinin (adrenal bezler) korteks kısmını uyararak buradan hormonların salgılanmasını sağlar.

Folikül Uyarıcı Hormon (FSH)
Gonatları (yumurtalık ve testisler) uyardığı için gonadotropik bir hormondur. Kadınlarda yumurtalıklardaki (ovaryum) folikül keselerinin gelişimini, folikül içinde yumurta üretimini (oogenez) ve foliküllerden östrojen hormonu üretilmesini uyarır. Erkeklerde ise testislerdeki seminifer tüpçüklerin gelişimini ve sperm üretilmesini (spermatogenez) sağlar.



Lüteinleştirici Hormon (LH)
Gonadotropik hormondur. Kadınlarda folikül içindeki yumurtanın yumurtalık kanalına bırakılmasını (ovulasyon) sağlar. Parçalanmış folikülün içi yağ deposu olan korpus luteuma (sarı cisim) dönüşümünü, korpus luteumdan östrojen ve progesteron hormonlarının salgılanmasını sağlar. Erkeklerde ise testislerdeki Leydig hücrelerinden testosteron hormonu salgılanmasını uyarır.

Prolaktin (LTH)
Gebelik süresince meme bezlerinin büyümesini ve doğumdan sonra kadının meme bezlerinden (süt bezleri) süt sentezini uyarır. Prolaktin hormonunun erkeklerdeki işlevi net bilinmemektedir. Ancak aşırı prolaktin, iktidarsızlığa neden olur.

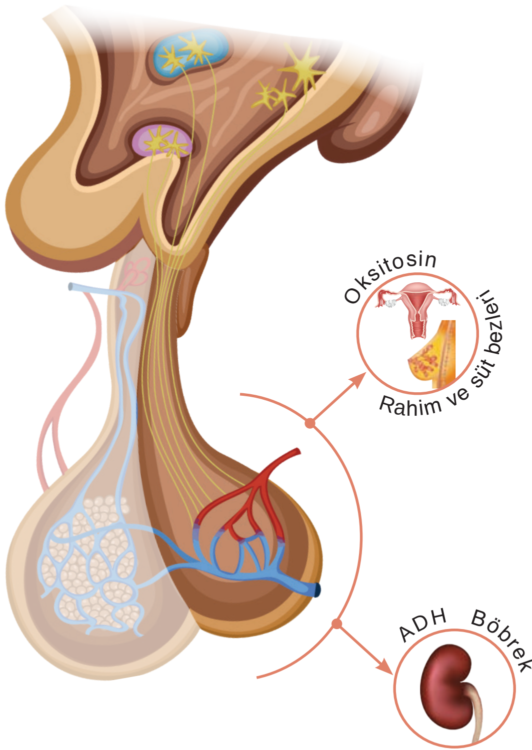
Melanosit Uyarıcı Hormon (MSH)
İnsanda fetal dönemde deride, gözlerde ve beyinde bulunan melanin pigmentinin oluşumunu düzenler. Ergin bireylerde MSH hormonunun rolü tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalar iştah kontrolü ve metabolizma üzerinde dolaylı etkileri olduğunu göstermiştir.

Görsel 1.21
Hipofiz bezinin ön lobundan salgınan hormonlar ve bu hormonların görevleri

Hipofiz bezinin arka lobundan salgılanan hormonlar ve bu hormanların görevleri Görsel 1.22'de gösterilmiştir.

Oksitosin

Hipotalamusta üretilen bir hormondur. Oksitosin, hipofiz bezinin arka lobunda depo edilip buradan salgılanır. Doğum sırasında rahim (uterus) kaslarının kasılmasını, doğumdan sonra süt salgılanmasını uyaran bir hormondur. Bazen doğumu kolaylaştırmak için doğal veya sentetik oksitosin kullanılır. Oksitosin ayrıca annelik içgüdülerinin oluşmasında etkilidir. Her iki eşeyde de salgılanan bu hormon, bireyler arasında bağlılığın oluşması ve güven kurulmasını sağlar, cinsel aktiviteyi uyarır. Vücutta oksitosin üretimi pozitif geri bildirim mekanizmasıyla düzenlenir. Doğum sırasında oksitosin etkisiyle rahim kaslarının kasılması daha fazla oksitosin salgısını uyarır. Doğumdan sonra bebeğin emzirilmesi hatta bebeğin sesinin duyulması da oksitosin salgısının artmasına ve süt bezlerinden süt salgılanmasına neden olur.



Antidiüretik Hormon (ADH, Vazopressin)

Hipotalamus hormonudur. Vücut sıvı dengesinin düzenlenmesini kontrol eder. Örneğin aşırı terleme, tuzlu yiyecek tüketimi veya uzun süre susuz kalma gibi nedenlerle kandaki su miktarı azalıp kan osmotik basıncı arttığında, hipotalamus kontrolünde hipofiz bezi arka lobundan salgılanır. Su içme isteğini artırıp böbrek kanallarından suyun kana geri emilimini sağlayarak kan osmotik basıncının ve su seviyesinin normal değerlerde tutulmasını kontrol eder. Bu durumda idrar yoluyla su atımını azaltıp hipertonik idrar oluşturulur.

Fazla su içme gibi durumlar nedeniyle kan osmotik basıncı azaldığında ise hipotalamus ADH salgısını ve su içme isteğini azaltır. Böbrek kanallarından su emilimi azalır, hipotonik idrar oluşur. Böylece kanın osmotik basıncı ve su dengesi ayarlanarak homeostasi sağlanmış olur.

ADH hormonu ayrıca aşırı kan kaybı gibi kan basıncının düştüğü durumlarda yüksek miktarlarda salgılanarak kan damarlarının daralmasına ve kan basıncının yükselmesine neden olur.

Görsel 1.22
Hipofiz bezinin arka lobundan salgınan hormonlar ve bu hormonların görevleri

B12

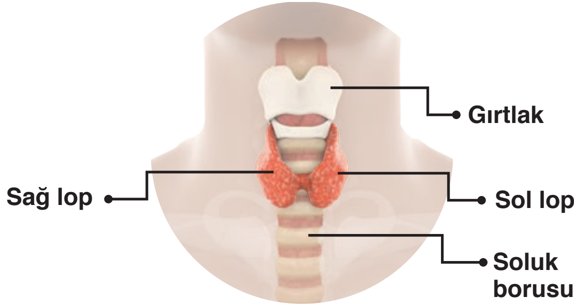
İç ve dış çevreden gelen uyarılara karşı hormon salgılanmasının düzenlenmesinde **geri bildirim** (feedback) olarak bilinen mekanizmanın önemi büyüktür. Geri bildirim mekanizması, homeostasiyi sağladığından canlı yaşamı için önemlidir. Geri bildirim mekanizması **pozitif geri bildirim** ve **negatif geri bildirim** olmak üzere iki çeşittir. Pozitif geri bildirimde hormon salgısı artırılırken negatif geri bildirimde azaltılır.

MERAKLISINA

Hipotalamusta ADH üretiminin olmaması ya da nefron kanallarının ADH'a cevap vermemesi sonucu diyabetes insipidus (şekersiz şeker hastalığı) görülür. Bu hastalık, böbrek kanallarından su emiliminin azalmasına bağlı olarak kandaki su miktarının azalmasına, idrarla sürekli su kaybedilmesine ve sürekli su içme isteğine neden olur.

TİROİT BEZİ

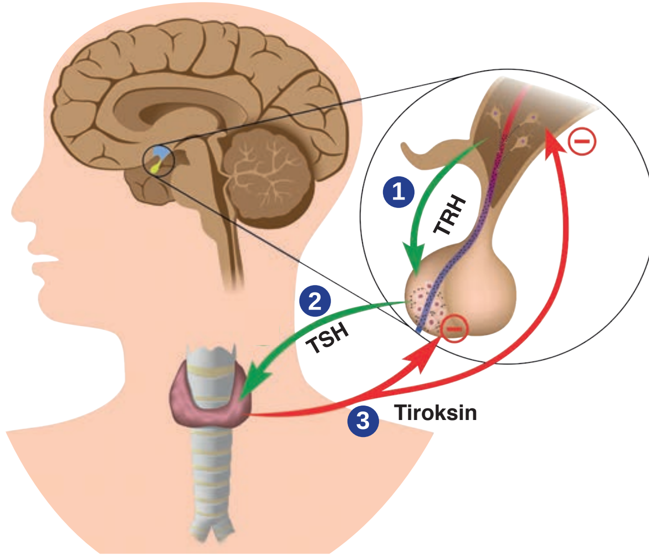
Tiroit bezi; boyunda, gırtlağın hemen altında, soluk borusunun önünde bulunan iki loplu bir bezdir (Görsel 1.23). Tiroit bezinden **tiroksin** ve **kalsitonin** hormonları salgılanır.



Görsel 1.23
Tiroit bezi

Tiroksin: Hipofiz bezinin TSH salgısı, tiroit bezinin tiroksin salgılamasını sağlar. Vücuttaki tüm hücrelerin bazal metabolizma hızının düzenlenmesinde, hücrelerin enerji aktivitesini belirlemede doğrudan rolü olan bir hormondur. Yapısında iyot bulunur. Normal kan basıncını, kalp atış hızını ve kas gerginliği düzeyini ayarlar; sindirim ve üreme işlevlerini düzenler. Tiroksin normal büyüme, gelişme ve sinirsel gelişim için gereklidir. Özellikle yapısal proteinlerin sentezi olmak üzere hücrelerin amino asit alımını ve protein sentezini hızlandırır.

Kandaki tiroksin hormonu düzeyinin kontrolü (Görsel 1.24); hipotalamus, hipofiz bezi ve tiroit bezi arasındaki denetleme mekanizması ile düzenlenir. Vücut sıcaklığı düştüğünde hipotalamustan salgılanan tirotropin salgılatıcı hormon (TRH), hipofiz bezi ön lobundan TSH hormonu salgılanmasını uyarır (1). TSH hormonu da tiroit bezine etki ederek buradan tiroksin hormonu salgılanmasını sağlar (2). Tiroksin arttıkça metabolizma hızlanır ve vücut sıcaklığı artar. Kandaki tiroksin hormonu miktarındaki artış, hipotalamusun TRH salgısını ve hipofiz bezinin TSH salgısını engeller (negatif geri bildirim) (3). Böylelikle vücut sıcaklığı belirli değerlerde tutularak homeostasi sağlanır.



Görsel 1.24
Kanda tiroksin düzeyinin kontrolü

B12

Otoimmün hastalıklar, bağışıklık sisteminin vücudun kendi hücrelerini yabancı olarak algılaması ve bu hücrelere saldırarak zarar vermesi sonucu ortaya çıkar. Bağışıklık sisteminin vücudun kendi hücrelerine karşı gösterdiği toleransı kaybetmesi sonucu ortaya çıkan bu hastalıklara MS hastalığı, romatoid artrit, çölyak hastalığı ve lupus örnek verilebilir.

Tiroksinin kanda çok az ya da çok fazla bulunması önemli metabolik bozukluklara yol açar. Tiroksin hormonunun fazla salgılanması, **hipertiroidizm** adı verilen otoimmün hastalığa neden olur. Bağışıklık sisteminin ürettiği antikorların tiroit bezindeki TSH reseptörlerine bağlanması, tiroit bezinin kontrolsüz olarak fazla tiroksin üretmesi ve salgılamasına neden olur. Hipertiroidizm yüksek vücut sıcaklığı, aşırı terleme, kilo kaybı, sinirlilik, yüksek kan basıncı gibi belirtilere yol açar. Hipertiroidizmin en yaygın görülen tipi, göz küresinin arkasında sıvı birikmesine bağlı olarak gözlerin dışarı doğru çıkması şeklinde belirtisi de olan **Graves** (zehirli guatr) hastalığıdır. Hipertiroidizm tedavisinde tiroit bezinin bir bölümünün ameliyatla alınması ya da tiroit bezinin radyoaktif iyotla küçültülmesi gibi yöntemler uygulanır.

Tiroksin yetersizliği **hipotiroidizm** olarak ifade edilir. Bu durumda yetişkinlerdeki bazal metabolizma hızı yavaşlar, kilo alınması, bitkinlik, soğuğa dayanıksızlık, genel fiziksel, zihinsel uyuşukluk gibi belirtiler görülür.

Tiroksin, özellikle büyüme ve gelişim sırasında ciddi öneme sahip bir hormondur. Gebelik döneminde fetüs gelişimi sırasında, bebeklik ve çocukluk döneminde tiroksin yetersizliği fiziksel ve zihinsel gelişimin büyük ölçüde gerilemesine yol açar. Tiroksin eksikliği boy kısalığı ve zihinsel engellilik şeklinde görülen **kretenizm** hastalığına neden olur. Eğer tiroksin tedavisine erken başlanırsa bu kusurlar kısmen önlenebilir.

Tiroksin eksikliğinin en yaygın nedeni besinlerdeki iyot eksikliğine bağlı olarak tiroksinin yeterince üretilememesidir. Bu durumda hipofiz bezinden sürekli TSH salgılanması tiroit bezinde büyümeye neden olur ve **guatr** denilen rahatsızlık ortaya çıkar. Deniz ürünleriyle beslenmek, kaynak sularına iyot eklenmesi ve iyotlu sofra tuzu kullanılması hipotiroidizm nedeniyle görülen guatrın önlenmesinde büyük ölçüde etkilidir.

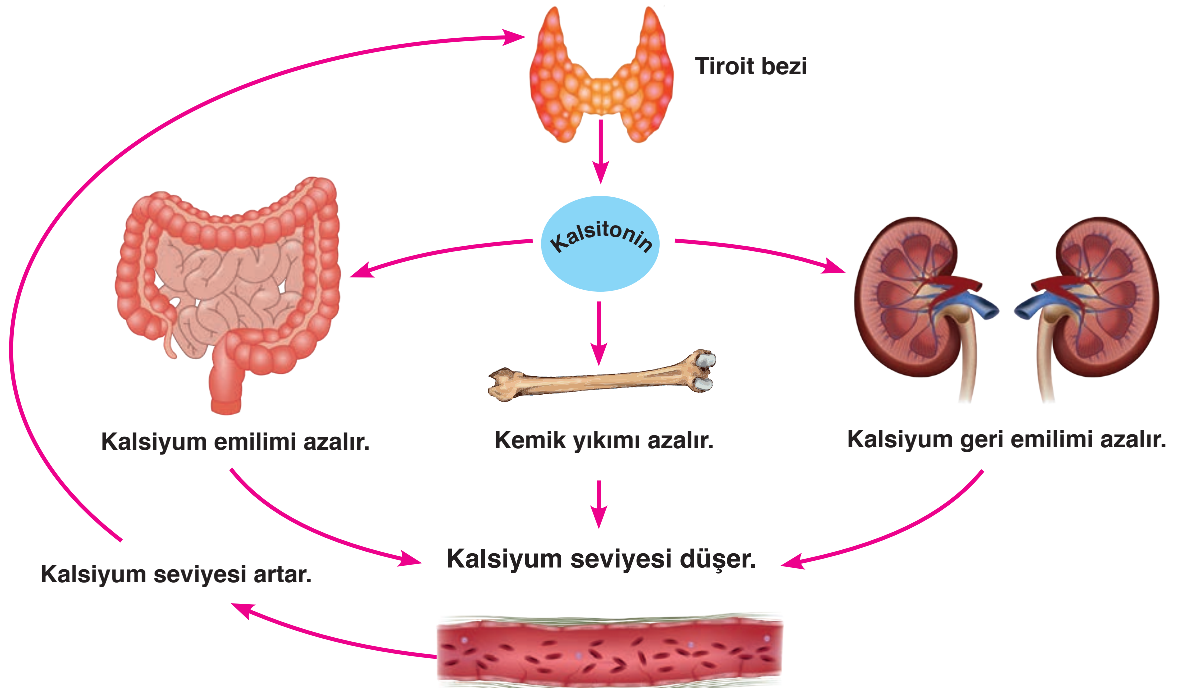
KENDİNİ GELİŞTİR

Hashimoto hastalığının ortaya çıkma nedenlerini, hasta kişilerde gözlenen belirtilerini ve tedavisi için neler yapılması gerektiğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kalsitonin: Tiroit bezinden salgılanan diğer hormon kalsitonin hormonudur. Paratiroit bezinin ürettiği parathormonla birlikte kandaki kalsiyum homeostasinin düzenlenmesinde rol oynar.

Kan kalsiyum konsantrasyonunun normal değeri yaklaşık 10 mg / 100 ml seviyesindedir. Kalsiyum; kemik oluşumu, kasların kasılması, sinirlerde uyartı iletimi, aktif taşıma, kan pıhtılaşması gibi birçok olay için gereklidir. Bu nedenle kandaki kalsiyum dengesi önemlidir.

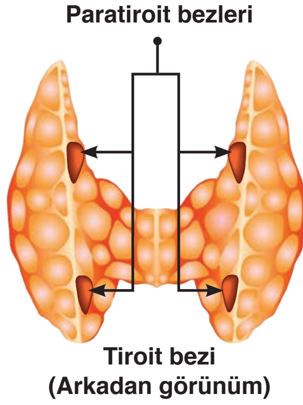
Kalsitonin hormonu, kandaki kalsiyum normal değerinin üstüne çıktığında fazla kalsiyumun kandan kemiklere geçmesini ve depolanmasını sağlayarak kandaki kalsiyum seviyesini düşürür. Ayrıca böbreklerden kalsiyum ve fosfat geri emilimini azaltarak idrarla kalsiyum ve fosfat atılması sağlanır. Bununla birlikte kalsitonin, bağırsak kanalından kalsiyum emilimini azaltan hafif bir etkiye de sahiptir. Kandaki kalsiyum seviyesinin düzenlenmesinde kalsitoninin etkisi Görsel 1.25'te gösterilmiştir.



Görsel 1.25
Kandaki kalsiyum seviyesinin düzenlenmesinde kalsitoninin etkisi

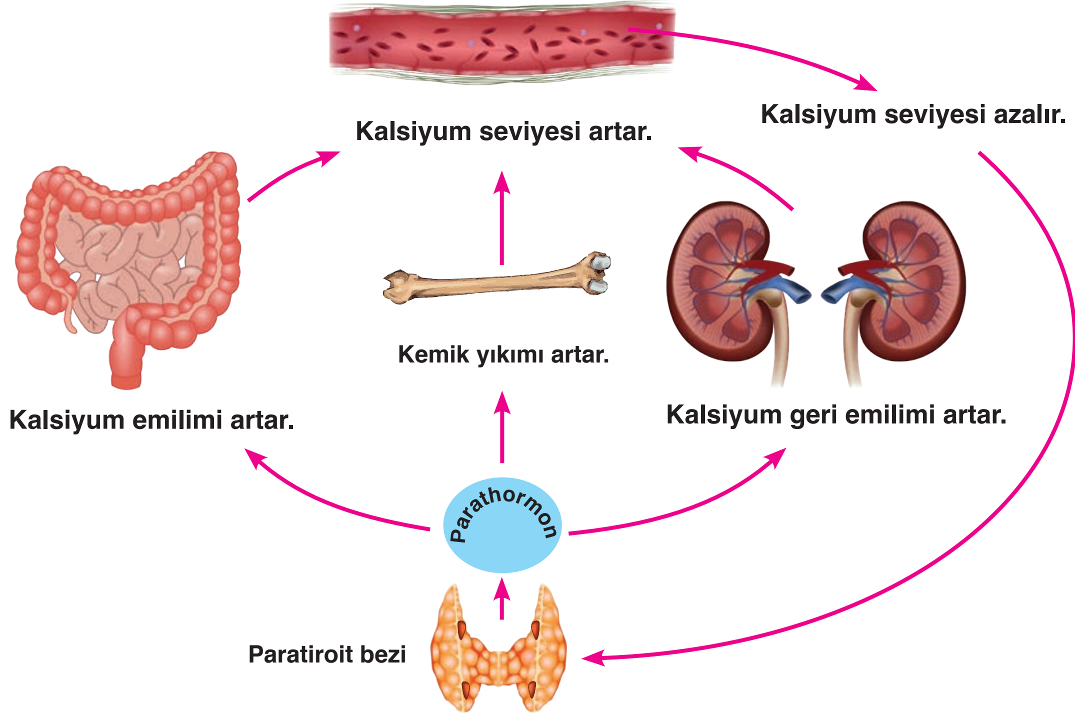
PARATİROİT BEZİ

Paratiroit bezi, tiroit bezinin arka yüzeyinde bulunan mercimek büyüklüğünde dört küçük bezden oluşur (Görsel 1.26). Paratiroit bezinden **parathormon** (PTH) salgılanır.



Görsel 1.26
Paratiroit bezleri

Parathormon: Tiroit bezinden salgılanan kalsitonin hormonunun tersi etkiye sahiptir. Kalsitonin ve parathormon gibi birbirine zıt etkiye sahip hormonlara **antagonist hormonlar** denir. Kandaki kalsiyum seviyesi normal değerin altına düştüğünde parathormonun salgısı artar. Parathormon kemikten kana kalsiyum geçişini ve böbreklerden kalsiyumun kana geri emilimini sağlayarak kandaki kalsiyum seviyesini yükseltir. Ayrıca parathormon, böbreklerde aktif D vitamini oluşumunda etkilidir. Aktif D vitamini de bağırsaklardan kana kalsiyum emilimini sağlayarak parathormonun etkisini artırır. Böylece kandaki kalsiyum seviyesi normal değerine ulaşır. Kalsitonin ve parathormon aktivitesi ile kandaki kalsiyum dengesi sağlanır. Parathormon kemikten kana kalsiyum geçişini uyardığında aynı zamanda kemikten kana fosfat geçişine de yol açar. Kanda kalsiyum fosfat tuzları oluşumunu engellemek için parathormon etkisiyle böbreklerden idrarla fosfat atılması sağlanır. Kanda kalsiyum seviyesinin düzenlenmesinde parathormonun etkisi Görsel 1.27'de gösterilmiştir.



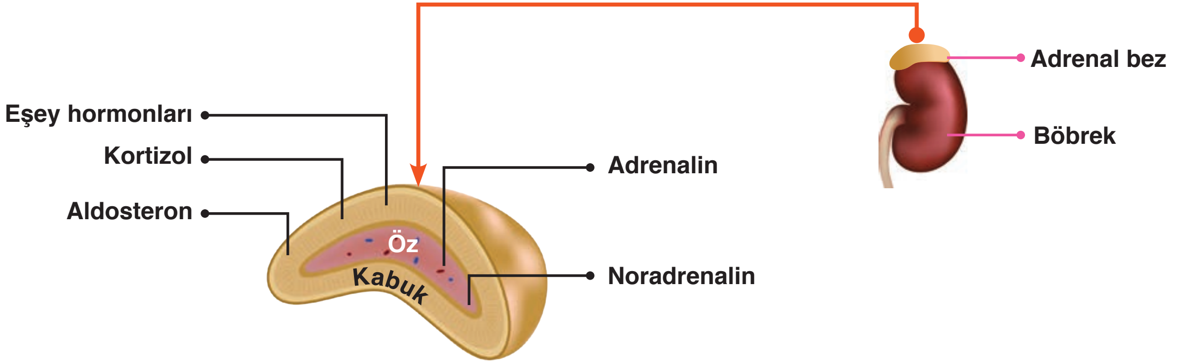
Görsel 1.27
Kandaki kalsiyum seviyesinin düzenlenmesinde parathormonun etkisi

KENDİNİ GELİŞTİR

Hipoparatiroidizm ve hiperparatiroidizm hastalıklarının ortaya çıkma nedenlerini, bu hastalıkların gözlenen belirtilerini ve tedavisi için neler yapılması gerektiğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

BÖBREK ÜSTÜ BEZLERİ (ADRENAL BEZLER)

Her iki böbreğin üst kısmında bulunan adrenal bezler, böbreklerden bağımsız olarak çalışır. Bu bezler yapı ve görev bakımından farklı iki kısımdan oluşur. Böbrek üstü bezlerinin dış kısmı **kabuk** (korteks), iç kısmı ise **öz** (medulla) adını alır. Korteks kısmından **aldosteron**, **kortizol**, **eşey hormonları** salgılanır. Medulla kısmından ise **adrenalin** ve **noradrenalin** salgılanır (Görsel 1.28).

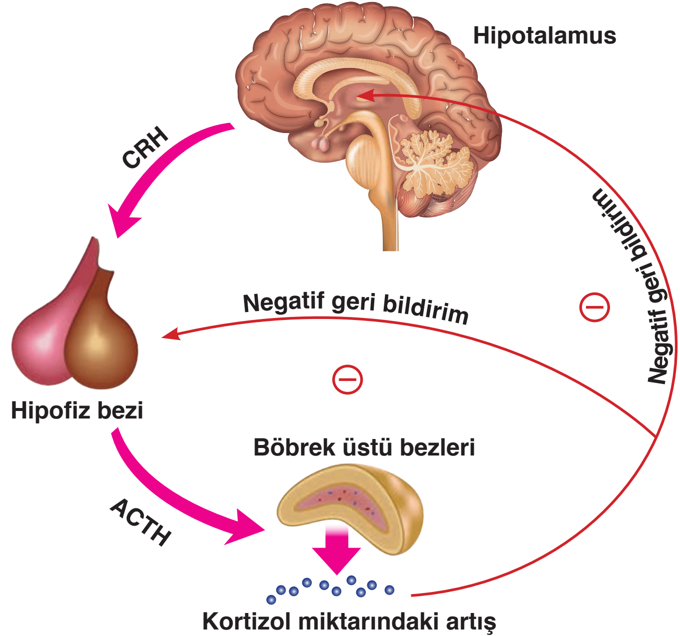


Görsel 1.28
Böbrek üstü bezlerinin yapısı ve bu bezlerden salgılanan hormonlar

KABUK (KORTEKS) HORMONLARI

Aldosteron: Kanın, hücrelerin ve hücreler arası doku sıvısının mineral ve su dengesini korumada etkili bir hormondur. Düşük kan hacmi, vücutta sodyum (Na^+) miktarının azalması, fazla potasyum (K^+) alınması gibi durumlar aldosteron salınımını artırır. Aldosteron etkisiyle böbrek kanallarından sodyumun geri emilimi artırılırken potasyumun atılımı hızlandırılır. Sodyum geri emilimi ile artan kan osmotik basıncından dolayı suyun geri emilimi sağlanır ve kan basıncı artar. Aldosteron ayrıca ter, tükürük ve bağırsak bezlerinden de sodyum çıkışını azaltarak sodyumun kanda tutulmasını sağlar.

Kortizol: Karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında etkilidir. Kortizol salgılanması hipotalamus ve hipofiz bezi hormonları tarafından kontrol edilir (Görsel 1.29). Stres yaratan bir durum karşısında (aşırı heyecan, korku, öfke, yaralanmalar, enfeksiyonlar, çok yüksek ya da düşük ortam sıcaklığı gibi) hipotalamustan kortikotropin salgılatıcı hormon (CRH) salgılanır. CRH, hipofiz bezi ön lobundan ACTH hormonu salınımını uyarır. ACTH etkisiyle adrenal bezlerin korteks kısmından kortizol hormonu salgılanır. Kortizol, hücrelerin glikoz kullanımını azaltarak protein yıkımını artırır. Bu sırada yağların yıkımı da artırılarak beyin ve kalp kası hücreleri hariç diğer hücrelerin enerji ihtiyaçlarını yağ asitlerinden karşılamaları sağlanır.



Görsel 1.29
Kandaki kortizol miktarının kontrolü

Protein yıkımı sonucu oluşan amino asitlerden glikoz sentezlenmesinde kortizol etkilidir. Böylelikle kan glikoz seviyesi yükseltilir. Hücrelere ihtiyaç duyulan enerji kaynağı takviyesi yapılır.Kandaki kortizol hormonu miktarındaki artış, hipotalamusun CRH ve hipofiz bezinin ACTH salgısını engeller (negatif geri bildirim).

Kortizolun fazla salgılanması; bağışıklık sistemi reaksiyonlarını baskılayıcı, alerji ve yangı (iltihaplanma) önleyici etkilere neden olur. Bu nedenle artrit gibi şiddetli yangılara neden olan hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ancak uzun süreli kortizol kullanımı, bağışıklık sistemini baskıladığı için ciddi yan etkilere neden olmakta ve metabolizmayı olumsuz etkilemektedir.

Adrenal Eşey Hormonları: Erkek ve kadınlarda adrenal bezlerin korteks kısmından az da olsa eşey hormonları salgılanır. Bu hormonlar daha çok testosteron gibi androjenler, az miktarda da progesteron ve östrojendir.

MERAKLISINA

Addison hastalığı (Tunç hastalığı), kortizol ve aldosteron hormonu eksikliğinden kaynaklanan bir hastalıktır. Bu hastalığın hâlsizlik, çabuk yorulma, iştahsızlık, kilo kaybı, deri renginde koyulaşma gibi belirtileri vardır.

ÖZ (MEDULLA) HORMONLARI

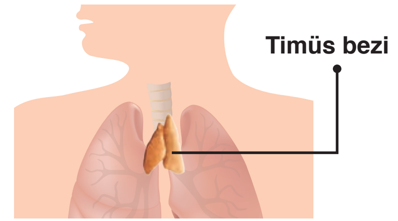
Otonom sinir sistemi faaliyetleri ve adrenal bezlerin öz bölgesi hormonlarının kandaki miktarının artması korku, heyecan, tehlike gibi stres durumlarına karşı vücutta birçok fizyolojik değişime neden olur.

Adrenalin (Epinefrin): Stres durumunda sinir sistemi etkisiyle kandaki adrenalin salgısı artırılır. Bu durum kalp atışını hızlandırır, kan basıncını yükseltir. Akciğerlerdeki bronşları genişleterek vücuda daha çok oksijen taşınmasını sağlar. Soluk alışverişi hızlanır. Göz bebeklerinin büyümesine ve tüylerin diken diken olmasına neden olur. Karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşümünü hızlandırarak kandaki glikoz miktarını artırır. Sindirim sistemi, böbrekler ve deriye kan götüren damarların daralmasını sağlayarak buralara daha az kan gitmesine neden olur. Korkunca deri renginin solma nedeni budur. Kalp, beyin gibi organlara ve iskelet kaslarına giden damarları genişleterek kan akışını buralara yönlendirir.

Noradrenalin (Norepinefrin): Kandaki noradrenalin artışı, adrenalin artışına benzer etkiler oluşturur. Noradrenalinin öncelikli görevi ise kan basıncının dengede tutulmasını sağlamaktır.

TİMÜS BEZİ

Göğüs kemiğinin hemen arkasında, soluk borusunun üzerinde, iki akciğer arasında yer alan iki loplu bir endokrin bezdir (Görsel 1.30). Timüs bezinin salgıladığı hormonlar bağışıklık sisteminin önemli hücrelerinden olan T lenfositlerin timüs bezinde olgunlaşmasında ve kana verilmesinde etkilidir. Bu bez ergenlik döneminden sonra küçülmeye başlar ve bezin aktivitesi azalır.



Görsel 1.30
Timüs Bezi

PANKREAS

Midenin alt ve arka tarafında bulunan pankreas hem endokrin hem de ekzokrin bez olarak görev yapan karma bir bezdir. Pankreasın sindirim enzimi ve bikarbonat üreten ekzokrin dokuları arasına yerleşmiş olan, Langerhans adacıkları olarak bilinen hücre toplulukları endokrin bez olarak görev yapar. Buradaki alfa hücreleri **glukagon** hormonu, beta hücreleri **insülin** hormonu salgılar.

İnsülin: Karbonhidratlı besinler, yemekten sonra kandaki glikoz yoğunluğunu artırır. Bu durumda pankreasın insülin salgısı artar. Beyin hücreleri dışında glikozun karaciğer ve vücut hücrelerine geçişi hızlanır. Böylece kan glikoz miktarı azalır. İnsülin etkisiyle glikozun fazlası karaciğer ve kaslarda glikojen, yağ doku hücrelerinde ise yağ şeklinde depolanır. İnsülin ayrıca karaciğerdeki glikojen yıkımını yavaşlatır, yağ ve proteinlerin glikoza dönüşümünü engeller. Amino asitlerden protein sentezlenmesini sağlar.

İnsülin hormonunun yetersiz salgılanması (tip 1 diyabet) ya da hedef hücrelerin insüline az tepki vermesi (tip 2 diyabet) durumunda şeker hastalığı (diabetes mellitus) görülür. Bu durumda hücrelere glikoz geçişi olmaz ve kan şekeri yükselir. Fazla glikoz idrarla dışarı atılır.

Glukagon: Açlık durumu gibi kan glikoz seviyesi normalin altına indiğinde pankreas glukagon hormonu salgılar. Glukagon artışının etkisi ile karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşümü ve kana geçişi hızlanır. Böylece kan glikoz miktarı yükselerek normal değerine döner. Glukagon ayrıca karaciğerde amino asitlerden ve gliserolden glikoz sentezlenmesini sağlar. Yağ dokudan yağ asidi ve gliserol salınımını uyarır.

Metabolik denge için kandaki glikoz düzeyinin insanlarda ortalama 90 mg / 100 ml olması gerekir. İnsülin ve glukagon, kandaki glikoz seviyesini ayarlayan ve birbirine zıt çalışan (antagonist) iki hormondur. Böylece kandaki glikoz seviyesi normal değerlerinde tutularak homeostasi sağlanır. Görsel 1.31'de kan glikoz düzeyinin kontrol mekanizması açıklamalarıyla gösterilmiştir.

Yüksek
Kan glikoz düzeyi
Düşük
Kandaki normal glikoz düzeyi
ALICI
Pankreasın beta hücreleri
İnsülin
UYARAN
Kan glikoz düzeyinin yükselmesi
TEPKİ ORGANI
Karaciğer
Kas
ETKİ
Kanda glikoz azalır.
ETKİ
Kanda glikoz artar.
UYARAN
Kan glikoz düzeyinin düşmesi
TEPKİ ORGANI
Karaciğer
ALICI
Pankreasın alfa hücreleri
Glukagon

1 Kan glikoz düzeyinin yükselmesi pankreasın beta hücrelerini uyarır.
2 Beta hücrelerinden insülin salgılanarak kan dolaşımına verilir.
3 İnsülin kas ve karaciğerde fazla glikozun depolanmasını sağlayarak kan glikoz düzeyinin normal seviyeye dönmesine neden olur.
4 Kan glikoz düzeyinin düşmesi pankreasın alfa hücrelerini uyarır.
5 Alfa hücrelerinden glukagon salgılanarak kan dolaşımına verilir.
6 Glukagon karaciğerde glikojenin yıkılmasını sağlayarak kan glikoz düzeyinin yükselmesine neden olur.

Görsel 1.31
Kanda glikoz düzeyinin kontrolü

Kan glikoz düzeyinin kontrolünü incelemek için karekodu okutunuz.



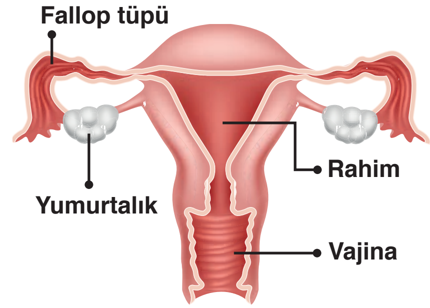
EŞEYSEL BEZLER (GONATLAR)

Kadınlarda yumurtalıklar (ovaryumlar) ve erkeklerde testisler, gonatlar olarak adlandırılan eşeysel bezlerdir. Yumurtalıklar rahmin iki yanında ve karın boşluğunda, testisler vücut dışındaki skrotum denilen testis torbası içinde bulunur. Erkek ve dişi gonatlar, üreme hücrelerini (sperm, yumurta) meydana getirmenin yanı sıra endokrin bez olarak da görev yapar. Bundan dolayı karma bez olarak kabul edilir.

Eşeysel bezlerden eşey hormonlarının üretilmesi ve salgılanması, hipotalamus hormonu (GnRH) ve hipofiz bezi hormonları (FSH ve LH) arasındaki geri bildirim mekanizması ile kontrol edilir. Eşey hormonları büyüme ve gelişmeyi düzenler, üreme döngülerini ve eşeysel davranışları kontrol eder.

YUMURTALIK HORMONLARI

Dişi üreme sisteminin parçası olan yumurtalıklar yumurtaların üretildiği yerlerdir. Üretilen yumurta fallop tüpünde sperm-le karşılaşırsa döllenme gerçekleşir. Döllenmiş yumurtadan oluşan embriyo gelişimini rahimde tamamlar (Görsel 1.32). Yumurtalıklar **östrojen** ve **progesteron** hormonlarını üretir, salgılar.



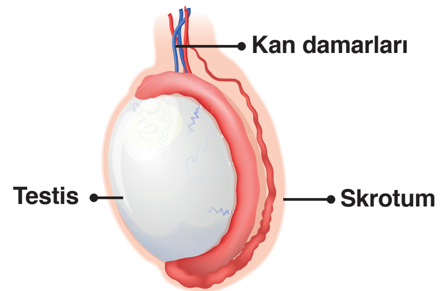
Görsel 1.32
Dişi üreme sistemi

Östrojen: Kadınlarda üreme organlarının gelişmesinden ve ergenlikte meme bezlerinin büyüyüp gelişmesi, ses incelmesi, kalça genişlemesi, boy uzaması gibi ikincil eşeysel özelliklerinin oluşmasından sorumludur. Menstrual döngünün düzenlenmesinde etkilidir. Hücre bölünmesini hızlandırarak rahim duvarının kalınlaşmasını sağlar. Östrojen hormonu; ovaryumdan, menstrual döngü sırasında oluşan korpus luteumdan ve gebelikte plasentadan salgılanır.

Progesteron: Rahim duvarının kılcal damarlarla zenginleşmesini ve kalınlaşmasını sağlayarak gebelikte embriyonun yerleşmesi, büyüyüp gelişmesi için uygun ortam oluşturur. Gebelik süresince rahimde kas kasılmasını ve rahim iç duvarının atılmasını önleyerek gebeliğin devamını sağlar. Progesteron hormonu, yumurtalıkta korpus luteumdan ve gebelik süresince plasentadan salgılanır.

TESTİS HORMONLARI

Erkek üreme sisteminin parçası olan testisler skrotum adı verilen bir torbanın içinde yer alır (Görsel 1.33). Testislerden salgılanan erkek eşey hormonlarına **androjenler** denir. Başlıca hormonu **testosteron** hormonudur.



Görsel 1.33
Testis

Testosteron: Testislerde bulunan leydig hücreleri tarafından salgılanır. Spermlerin olgunlaşmasını sağlar. Erkek üreme organlarının gelişmesinde ve ergenlikte sakal ve bıyık çıkması, sesin kalınlaşması, kasların gelişmesi, boy uzaması gibi ikincil eşeysel özelliklerin oluşmasında etkilidir.

KENDİNİ GELİŞTİR

Testosteronun kaslardaki protein sentezini ve kas kütlesini artırmadaki rolünün birtakım kimyasallarla taklit edilebilmesi, bu ürünlerin sporcular tarafından kullanımının yasaklanmasına neden olmuştur. Bu tür ürünlerin kullanımının vücutta birçok fizyolojik, fiziksel ve davranışsal yan etkilerinin de olduğu görülmektedir.

- Anabolik steroit kullanan sporcularda meydana gelebilecek yan etkilerin neler olduğunu araştırınız. Hangi sistemlerin nasıl etkilenebileceğini gösteren bir grafik düzenleyiciyi hazırlayarak EBA'da paylaşınız.

HORMONLAR VE YAŞAM KALİTESİ

Sağlıklı bir yaşam için doku, organ ve sistemlerin birbiriyle uyum içinde çalışması önemlidir. İç ve dış çevredeki uyaranlara karşı iç ortam koşullarının belirli sınırlar içinde kararlı bir biçimde dengede tutulması gerekir. Hormonların az veya fazla salgılanması homeostatik dengeyi bozarak obezite, diyabet, böbrek taşı, guatr, otoimmün hastalıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarına neden olur. Bu da kişinin yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

ETKİNLİK

 30 dk.

Etkinliğin Adı: Hormonlar Yaşam Kalitemizi Nasıl Etkiler? — **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: Hormonların yaşam kalitesi üzerine etkisini açıklayabilme.

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak etkinlik sorularını cevaplayınız. Bireysel ya da grup çalışması olarak planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*

Çevrenizde diyabet hastalığıyla ilgili haber, makale, görsel ve işitsel ögeler gibi içeriklere rastlamanız muhtemeldir. Diyabet hastalığında kanda sınır değerden fazla glikoz olmasına karşın hücreler ihtiyaçları için gerekli olan glikozu alamaz. Hücreler enerji ihtiyaçlarını yağlardan ve proteinlerden sağlamaya yönelir. Kandaki fazla glikoz idrarla atılarak miktarı dengelenmeye çalışılır. Diyabetin belirtileri arasında sık idrara çıkma, fazla su içme ve susuzluk duygusu, çok acıkma, iştahın artması ve fazla yemek yeme sayılabilir.

Diyabetin iki tipi vardır:

Tip I diyabet, otoimmün bir bozukluktur ve daha çok çocukluk döneminde görülür. Kişinin kendi bağışıklık sisteminin pankreastaki insülin üreten hücreleri tahrip etmesinden kaynaklanır. Bunun sonucunda pankreas insülin üretemez. Bu hastalık genellikle günde birkaç kez uygun dozda insülin enjekte edilerek tedavi edilir. Günümüzde gen mühendisliği ve biyoteknoloji alanındaki gelişmelerle rekombinant DNA teknolojisiyle bakteriler kullanılarak yeterli miktarda insan insülin hormonu üretilmektedir.

Tip II diyabet ise çoğunlukla ilerleyen yaşlarda kalıtsal faktörler, şişmanlık, hareketsiz yaşam, yanlış beslenme alışkanlıkları gibi etkenlerle ortaya çıkar. Fazla karbonhidratlı yiyeceklerle beslenmek pankreası aşırı uyarır ve fazla insülin salgılamasına neden olur. Bu yaşam tarzının devam etmesi ve insülin hormonunun yüksek yoğunluğunun sürmesi durumunda azaltarak düzenleme (downregulation) mekanizması devreye girer. Doku hücrelerindeki insülin reseptörlerinin sayısı azaltılır, glikoz hücreler tarafından yeterince alınamaz ve kullanılamaz, kan glikoz seviyesi yükselir. Doğru beslenme ve düzenli egzersizlerle diyabet kontrol altında tutulabilir.

1. Diyabet hastalarının yaşadıkları sorunlar neler olabilir? Tartışınız.

2. Diyabet hastaları yaşam kalitelerini artırmak için neler yapmalıdır? Tartışınız.

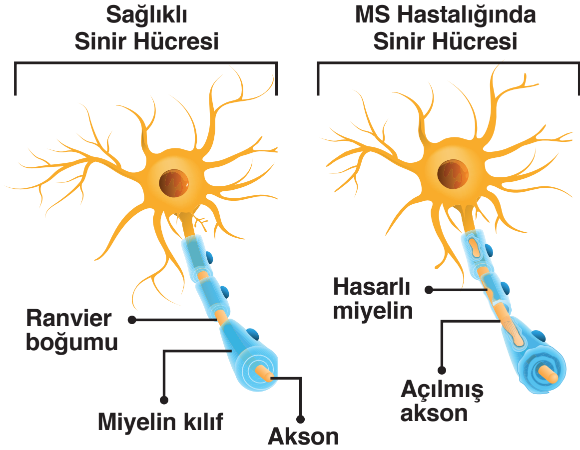
3. Günümüzde sıklıkla adı geçen hiperglisemi ve hipoglisemi kavramlarının diyabetle ilişkisini ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak hazırlayacağınız bir elektronik sunuyu ya da posteri EBA portfolyoda paylaşınız.

1.3. SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Sinir sistemi, çeşitli kalıtsal faktörlerden ya da bu kalıtsal faktörlerin çevresel faktörlerle etkileşiminden olumsuz etkilenebilir. Genetik bozukluklar, miyelin kılıf yapısının bozulması, sinir hücrelerinin tahrip olması, nörotransmitterlerin dengesizliği, travma ve elektriksel iletim bozuklukları sinir sisteminin işleyişinde olumsuz etkiler yaparak sinir sistemi rahatsızlıklarını ortaya çıkarır. Multipl skleroz (MS), Parkinson, Alzheimer (alzaymır), epilepsi (sara) ve depresyon sinir sistemi rahatsızlıklarından bazılarıdır.

MULTİPL SKLEROZ (MS)

Bazı insanlarda bağışıklık sistemi vücudun belirli moleküllerine karşı aktiftir. Kişinin sahip olduğu bağışıklık sistemi kendi vücut hücrelerini tahrip ederek otoimmün hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Multipl skleroz otoimmün hastalıklardan biridir. Bağışıklık sistemi sinir hücrelerinin miyelin kılıfına saldırarak onları yıkıma uğratır (Görsel 1.34). Sinirlerin etrafındaki miyelin kılıfın kaybı, zar direncinde bir azalmaya neden olur ve sinir hücresinde akım kaçakları başlar. Aksiyon potansiyeli Ranvier boğumundan bir sonraki boğuma ulaştığında bir aksiyon potansiyeli oluşturmak için yetersiz olabilir. MS hastası bireylerde beyin ve vücut arasındaki iletişim bozulur, motor faaliyetlerde zayıflama görülür. Multipl skleroz genellikle 20 ile 50 yaş arasında ortaya çıkar ve kadınları erkeklerden iki kat fazla etkiler. MS hastalığının nedenleri arasında hem genetik hem de çevresel etkenler olduğu düşünülmektedir. Bu hastalığa sahip bireylerde belirtiler kişiye özeldir. Uyuşma, idrar tutamama, sıcağa tahammülsüzlük, bulanık görme, renk algısında değişiklik, görme alanı bozukluğu gibi bulgular klinik olarak değerlendirilir. Bu şikayetlerin yanında manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yapılarak MS teşhisi konur. Günümüzde hastalığın tipik bir tedavisi yoktur.

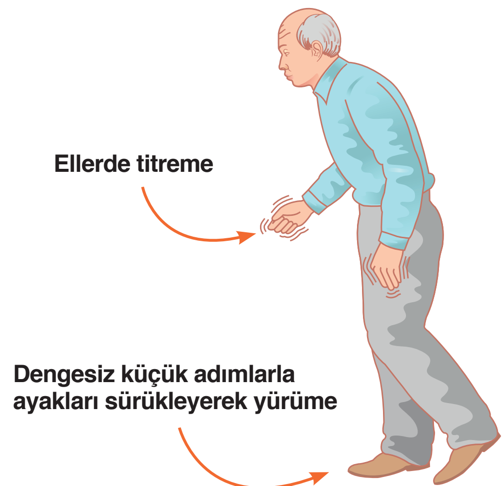


Görsel 1.34
Sağlıklı bir sinir hücresi ile MS hastalarının sinir hücresindeki miyelin kılıf yapısı

PARKİNSON HASTALIĞI

Orta beyindeki dopamin salgılayan nöronların dejenerasyonu Parkinson hastalığına neden olur. Dopamin, sinapslarda bilginin kimyasal yolla aktarılmasını sağlayan nörotransmitterlerden biridir. Nöronların dejenerasyonu protein tortularının birikmesine yol açar. Dopamin salgılayan nöronların ölümüyle bireyde ellerde titreme, kaslarda sertleşme, hareket bozuklukları, hareketlerde yavaşlama ve dengenin bozulması şeklinde semptomlar görülür. Kişi vücut dengesini korumakta güçlük çeker, yürümekte zorlanır (Görsel 1.35). Çoğunlukla 60 yaş üzeri bireylerde görülür.

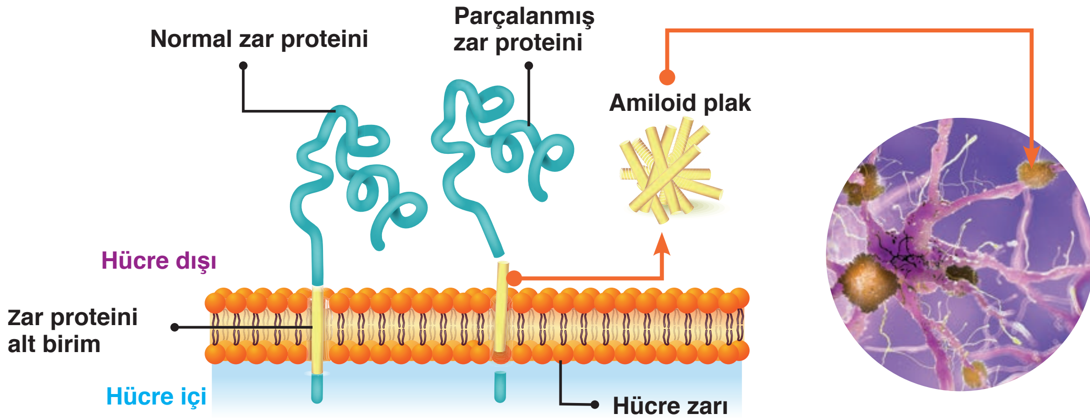
Parkinson hastalığının bilinen bir tedavisi yoktur. İlaç tedavisi ve beyin pili uygulamaları ile hastaların günlük yaşam aktivitelerini yapabilmeleri sağlanabilir. Bunun yanında embriyonik kök hücrelerle yapılan bilimsel çalışmalar bu kök hücrelerinin Parkinson hastalığı gibi çeşitli dejeneratif rahatsızlıkların olası tedavilerinde kullanılmasının umut verici olduğunu göstermektedir.



Görsel 1.35
Parkinson hastası

ALZHEİMER HASTALIĞI

Beynin erken yaşlanması olarak da tanımlanan Alzheimer hastalığı genellikle 60'lı yaşlarda başlar ve hızla mental gücün kaybına neden olur. Hastalığın başlangıcında özellikle beyindeki hafıza merkezi olan hipokampus bölgesi etkilenir. Genellikle bu süreci uç beyindeki nöron kaybı izler. Alzheimer hastalığının teşhisi yapılırken en belirgin özellikler bakımından sinir sisteminde hücre dışı plak oluşumu ve nörofibril yumaklarının varlığı araştırılır. Nöron aksonunda bulunan bir zar proteini parçalanır, hücre dışında birikerek nöronlar için toksik etkiye sahip amiloid plaklar oluşturur (Görsel 1.36). Bu plaklar aynı zamanda sinaptik iletişimi engeller. Hücre içinde mikrotübüllerin düzenlenmesinden ve işlevinden sorumlu tau proteinleri ise yanlış katlanarak nörofibril düğümler oluşmasına yol açar. Bu proteinlerin yanlış katlanmaları diğer proteinlerin de yanlış katlanmalarına ve bir nörofibril yumağı oluşmasına neden olur. Hücre içinde biriken bu protein yumakları da nöron için toksik etkiye sahiptir. Zamanla hızlı bir şekilde nöron kaybı yaşanır.



Görsel 1.36
Alzheimer hastalarında plak oluşumu

Alzheimer hastaları hafızasını, muhakeme ve soyut düşünme yeteneğini kaybeder. Alzheimer hastalarının kişiliklerinde bariz değişiklikler gözlenir. Hastalığa sahip kişiler genellikle birkaç yıl içinde giderek kötüleşir ve özel bakıma ihtiyaç duyabilir. Alzheimer hastaları; eşleri, çocukları gibi kendilerine en yakın kişileri bile tanıyamaz hâle gelebilir. Hastalığın ilerleyen evrelerinde hareket kabiliyetinde bozukluk, halüsinasyon ve nöbetler ortaya çıkabilir. Hastalık patolojisini veya hastalık seyrini değiştiren kanıtlanmış tedaviler henüz mevcut değildir. Sağlıklı beslenme, egzersiz, kitap okuma, hafıza geliştirici oyunlar oynama, bulmaca çözme gibi zihinsel ve sosyal olarak uyarıcı faaliyetlerin Alzheimer hastalığına yakalanma riskini azalttığı düşünülmektedir.

EPİLEPSİ (SARA)

Epilepsi (sara), merkezî sinir sisteminin bir kısmının ya da tamamının denetimsiz bir şekilde aşırı etkinliği sonucu tekrarlayan nöbetler biçiminde görülen bir nörolojik bozukluktur. Epilepsinin farklı biçimleri olmasına karşın en belirgin özelliği nöbetlere neden olmasıdır. Merkezî sinir sistemindeki nöronların anormal bir biçimde aşırı senkronize elektrik sinyalleri oluşturmasıyla nöbetler ortaya çıkar. Bu durum bir yıldırımdaki elektrik yükünün aniden boşalmasına benzetilebilir. Sonuçta beyin, kontrolü kaybederek vücuda anormal düzeyde sinyaller gönderir. Kaslar kontrolsüz bir şekilde kasılır, bilinç kaybolur ve vücut kontrolü sağlanamaz. Ani ışık patlamaları, yüksek sesler gibi dış çevreden gelen bazı uyaranlar bu nöbetleri tetikleyebilir. Epilepsi her yaş grubundaki bireylerde görülebilir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre dünya genelinde yaklaşık 50 milyon epilepsi hastası bulunmaktadır. Epilepsi hastaları, uygun şekilde teşhis ve tedavi uygulanırsa nöbet geçirmeden yaşamlarını sürdürebilir. Epilepsinin tedavisinde kullanılan epileptik ilaçlar genellikle nöral aktiviteyi yavaşlatmaya ve epileptik nöbetleri sakinleştirmeye yöneliktir.

DEPRESYON

Depresyon; isteksizlik, çaresizlik, uyuşukluk, uyku, iştah azlığı gibi belirtiler gösteren sinir sistemi bozukluğudur. Depresyonun kesin nedeni bilinmemekle birlikte beyindeki nörotransmitter dengesizliği ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bazı kronik hastalıklar, stres ve hormonal değişiklikler depresyona neden olan faktörler arasında yer alır. Farklı depresyon türleri içinde en yaygın görülen depresyon tipi ana (majör) depresif bozukluktur. Ana depresif bozukluğu olan bireyler daha önce çok keyif alarak yapmış oldukları aktivitelerden uzun bir süredir artık hiç zevk almamaya ve ilgi duymamaya başlar. Ana depresif bozukluğu, toplumda her yedi yetişkinden birinde görülmektedir.

Bazı durumlarda depresif bozuklukla birlikte manik dönemler olarak adlandırılan anormal ve sürekli coşkulu bir ruh hâli görülebilir. Bipolar bozukluk (manik-depresif bozukluk) manik ve depresyon arasındaki geçişleri tanımlar. Bipolar bozukluk, bireylerde ruh hâlinin değişkenlik gösterdiği bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlığın manik safhasında bireyler kendine aşırı güvenen, konuşkan, aşırı enerjik ve risk alan davranışlar sergiler. Rahatsızlığın daha sakin tiplerinde bu evrede kimi sanatçıların yaratıcılık özellikleri ön plana çıkmış ve önemli eserler ortaya çıkarmışlardır. Depresif safhasında ise kişi; yaptığı işlerde isteksizdir, keyif alamaz, uykusuzluk çeker ve kendini değersiz görmeye başlar. Bu belirtiler erken dönemde tespit edilip hemen bir uzmandan yardım alınmalı, tedaviye başlanmalıdır. Depresyon etkin biçimde tedavi edilebilmektedir. Genellikle tedavisinde nörotransmitterlerin konsantrasyonunu artıran ilaçlar kullanılır.

ETKİNLİK

30 dk.

Etkinliğin Adı: Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Teknolojik Gelişmeler

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri açıklayabilme.

Yönerge: *Aşağıda verilen konular üzerinde araştırmalar yaparak planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*

Sinir Sistemi Rahatsızlıklarının Tedavisinde Kullanılan Güncel Uygulamalar		
Beyin pili	Vagus pili	Omurilik pili

1. Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılan güncel uygulamalardan olan beyin pili, vagus pili ve omurilik pili uygulamalarının hangi hastalıkların tedavisinde uygulandığını ve bunların ortak özelliklerini belirten bir özet sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde yukarıda bahsedilen uygulamalardan başka hangi teknolojik gelişmelerden yararlanılmaktadır? Bu konuda yayımlanmış bilimsel makaleleri genel ağ üzerinden tarayarak araştırınız. Araştırmanız sonucunda ulaştığınız teknolojik gelişmeleri ve bunların hangi hastalıkların tedavisinde kullanıldığını anlatan bir infografik (grafik bilgi) hazırlayınız. Hazırladığınız infografiği sınıf ya da okul panosunda sergileyip EBA portfolyoda paylaşınız.

OKUMA METNİ

Prof. Dr. MAHMUT GAZİ YAŞARGİL



Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil 6 Temmuz 1925'te Diyarbakır'ın Lice ilçesinde dünyaya geldi. Ankara Atatürk Lisesinden mezun oldu. 1943 sonbaharında Almanya'da Friedrich Schiller Üniversitesinde tıp tahsiline başladı. Öğrenimine İsviçre Basel Üniversitesinde devam edip 1949'da mezun oldu. Nöroloji-psikiyatri, dâhiliye ve genel cerrahide asistanlık yaptı. 1953'te Zürich Üniversitesinde beyin cerrahisi kliniğinde uzmanlığını tamamladı. 1960 yılına kadar beyin anatomisi üzerine çalıştı. 1960 yılında doçent, 1965 yılında profesör, 1973'te ordinaryüs profesör olup aynı klinikte 1993 yılına kadar direktörlük yaptı.

Zürich Üniversitesi Beyin Cerrahisi Kliniğinde rutin beyin cerrahisi çalışmaları yanında beyin anjiografisi, Parkinson hastalığı ve diğer hareket bozukluklarının tedavisine yönelik ameliyatlar yaptı. Beyin ameliyatlarında kullanılan yeni araçlar ve yeni teknikler geliştirdi. Amerika ve Avrupa'da geliştirdiği teknikler beyin ameliyatlarında alınan sonuçlar bakımından adeta yeni bir çağ açtı. Gazi Yaşargil, beyin cerrahisine olan katkılarından dolayı tıp bilimi camiasında öncü olarak nitelendirilmiştir. Prof. Yaşargil Zürich'de mikrocerrahi laboratuvarını kurdu. Bu klinikte 1968-1993 yıllarında beş kıtadan 3 000'den fazla cerraha mikrocerrahi tekniği öğretti. Üniversite yıllarında ve çalışmalarının büyük kısmında ülkesinden uzak kalsa da ülkesine bağlılığını, özlemini her fırsatta dile getirir.

1993 yılında emekli oldu ancak çalışmayı hiçbir zaman bırakmadı. Aynı yıl Amerika'da Arkansas Üniversitesinde tekrar çalışmaya başladı. Cerrahi çalışmalarına, derslere, konferanslara, laboratuvar çalışmalarına ve mesleki yayınlara ara vermedi. Her zaman üretken, sebatkâr, azimli ve içtenlikle çalışmalarını sürdürdü. Kendini hastalarını iyileştirmeye ve bilime adadı. Hastalarıyla hep güçlü bir iletişim kurarak onları tedavi etmeye çalıştı. Dünyada saygı duyulan bir üne sahip bilim insanımızın adını onurlandırmak için onun adına ithafen İngiltere'de, ABD'de ve Çin'de mikrocerrahi laboratuvarları; Arkansas Üniversitesinde "Yaşargil Kürsüsü" kuruldu. Çalışmalarından dolayı pek çok üniversiteden fahri doktora ve onursal profesörlük ödüllerinin yanında birçok kurumdan mesleki ödülleri bulunmaktadır. Prof. Yaşargil çalışma azmi, üretkenliği, vatanseverliği ve genç kuşaklar tarafından örnek alınması gereken ülkemiz değerlerindendir. Prof. Yaşargil Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesinde cerrahi çalışmalarına, derslere, konferanslara, laboratuvar çalışmalarına ve mesleki yayınlara devam etmektedir.

(Düzenlenmiştir.)

Türk Nöroşirürji dergisi, 2012, Cilt 22, Ek sayı, Konferanslar

1.4. SİNİR SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Sağlıklı bir yaşam, sinir sisteminin sağlıklı olması ve verimli çalışması ile mümkündür. Sağlıklı bir beyin ve sinir sistemi için süreç, gebelik döneminin ilk aylarından başlayıp ömür boyu devam eder. Dengeli, yeterli ve düzenli beslenme sinir sisteminin sağlığı açısından çok önemlidir. Anne adayları bebeğin beyin gelişimi için özellikle folik asit içeriği yüksek besinler tercih etmelidir. Alzheimer ve bunama riskine karşı yetişkinler de folik asit içerikli gıdalar tüketmelidir.

Hafıza ve zekâ gelişimi için B grubu vitaminler önemli bir yer tutmaktadır. Yine omega 3 bakımından zengin besinler hafızayı güçlendirir ve hızlı düşünmeyi sağlar. E vitamini, beyinde yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan gerilemeyi yavaşlatmak için gereklidir. Ayrıca yüksek oranda antioksidan içeren gıdalar belleği geliştirerek beyni korumaktadır.

Birey zevk aldığı aktiviteleri yapmayı tercih eder. Örneğin müzik dinlerken hoşlandığı bir müzik türünü dinler, arkadaşlarıyla hoşça vakit geçirmekten zevk alır, güzel havalarda gezmeye ya da spor yapmaya çıkar. Bu tarz aktiviteler gün içinde mutluluk sağlayan birçok hormonun salgılanmasına neden olur. Bu hormonlar, kişinin duygu sistemini kontrol ederken hafıza için hayati öneme sahip beyin bölümlerinin aktivitesine pozitif katkı sağlar.

Beynin günlük faaliyetleri biyoritme uygun olarak gerçekleşir. Kişinin güne zinde başlaması, hafızasının güçlenmesi ve öğrenme kapasitesinin artmasında düzenli ve kaliteli uykunun önemi büyüktür. Gün içinde öğrenilen bilgilerin hafıza merkezlerinde gruplandırılması, ayıklanması ve kaydedilmesi işlemleri uyku sırasında yapılır. Ayrıca beynin kendini yenilediği ve hücreler arası boşluklarda biriken zararlı maddeleri en iyi temizlediği zaman dilimi uyku anıdır.

ETKİNLİK

40 dk.

Etkinliğin Adı: Sinir Sistemimiz Sağlıklı Kalsın

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Sinir sisteminin sağlıklı yapısının korunması için neler yapılması gerektiği hakkında çıkarımlar yapabilme.

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak etkinlik sorularını cevaplayınız. Bireysel ya da grup çalışması olarak planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*

Bir bebeğin büyümesi sırasında geçirdiği sayısız değişimler vardır. Örneğin önceleri sadece yatabilen bebeklerin sonraları oturabilmesi, emekleyebilmesi, yürüyebilmesi, çevresiyle iletişim kurabilmesi, gülümseyebilmesi ve konuşabilmesi vücudundaki birçok sistemin değişip gelişmesi ile bağlantılıdır. Bu değişimlerin başında diğer sistemleri de doğrudan etkileyen sinir sistemi gelmektedir. Bebeklikten itibaren sinir sistemimiz gelişmeye, sinir hücrelerimiz yeni bağlantılar kurmaya devam eder. Bu bağlantıların kurulmasında sinir sistemimizin sağlıklı kalması önemlidir.

Sinir sistemi hastalıklarıyla ilgili özellikle son yıllarda gelişen teknolojiye de paralel olarak çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Araştırmalar Parkinson, Alzheimer gibi birçok sinir sistemi hastalığının oluşmasında genlerin ve çevresel faktörlerin etkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin beynimiz orantısal olarak vücudumuzun küçük bir bölümü olsa da enerji ihtiyacı oldukça fazladır. Bu yüzden yeterli ve dengeli beslenmek sinir sisteminin gelişiminde ve sağlığında önemli yer tutar. Alkollü içecek, tütün gibi zararlı maddelerin kullanımı, stres, hareketsiz yaşam sinir sistemimiz üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Ayrıca yapılan çalışmalar öğrenilen bilgilerin tekrar edilmesinin bilginin daha kolay hatırlanmasında önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir.

1. Alkollü içecek tüketiminin en fazla zarar verdiği organlardan biri beyindir. Size göre alkolün sinir sistemi üzerindeki etkileri nelerdir? Açıklayınız.
....
....

2. Düzenli zihinsel ve bedensel egzersiz yapmanın sinir sistemi üzerindeki etkileri nelerdir? Tartışınız.

3. Alzheimer hastalığından korunmak için neler yapılabilir? Tartışınız.

4. Doktorların bazı durumlarda hamilelik döneminde anne adaylarına folik asit önermesinin nedenini ve folik asitin hangi besinlerde bulunduğunu araştırınız. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri kullanarak bir e-içerik hazırlayıp EBA portfolyoda paylaşınız.

5. Dengeli ve yeterli beslenmenin sinir sistemi sağlığını koruma üzerine etkilerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri kullanarak bir poster ya da infografik hazırlayıp sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.5. DUYU ORGANLARININ YAPISI, İŞLEYİŞİ VE RAHATSIZLIKLARI

Gelişmiş çok hücreli canlılarda iç ve dış ortamdan gelen uyarıları alarak bu uyarılara gerekli cevapların verilmesini sağlayan organlara **duyu organları** denir. Duyu organlarında uyarılar, özelleşmiş hücreler olan reseptörlerle alınır. Özelleşmiş nöron ya da epitel hücrelerin farklılaşması sonucu oluşan reseptörler, bulundukları duyu organının işlevi doğrultusunda farklı uyarıları algılar. Reseptörler uyaranın çeşitliliğine göre farklılık gösterir. Duyu reseptörleri; mekanoreseptörler, kemoreseptörler, elektromanyetik reseptörler, termoreseptörler ve ağrı reseptörleri olmak üzere sınıflandırılır.

Mekanoreseptörler: Mekanik enerji formlarının (basınç, dokunma, gerilme, hareket) ortaya çıkardığı fiziksel değişimleri algılar. Deride ve kulakta bulunur.

Kemoreseptörler: Kimyasal maddelere duyarlı olan reseptörlerdir. Dilde ve burunda bulunan belirli bir molekül çeşidine özgül reseptörler ile kanın osmotik basıncındaki değişimleri algılayan osmoreseptörler örnek verilebilir.

Elektromanyetik reseptörler: Elektromanyetik enerjinin değişik formlarını (manyetizma, elektrik, ışık gibi) saptayan reseptörlerdir. Örneğin gözde bulunan fotoreseptörler ışığa karşı duyarlı olup bir elektromanyetik reseptör çeşididir.

Termoreseptörler: Sıcak, soğuk gibi ısı enerjisindeki değişikliklere duyarlı olan reseptörlerdir. Deride bulunur.

Ağrı reseptörleri: Bazı serbest sinir uçları; aşırı şiddetteki sıcaklık, basınç ve kimyasal uyaranlara duyarlı olan ağrı reseptörleridir. Yoğun bir şekilde deride bulunan bu reseptörler, beyin hariç diğer doku ve organlarda da bulunur.

Duyu reseptörleri algıladıkları uyaranı impuls hâline dönüştürür. İmpuls, nöronlarla merkezî sinir sistemine taşınır ve burada yorumlanır.

MERAKLISINA

Bazı yılan türlerinde sıcaklığa son derece hassas termoreseptörler bulunur. Genellikle gece aktif olan bu canlılar karanlıkta avlarını vücut ısısından yararlanarak tanır ve yakalar.

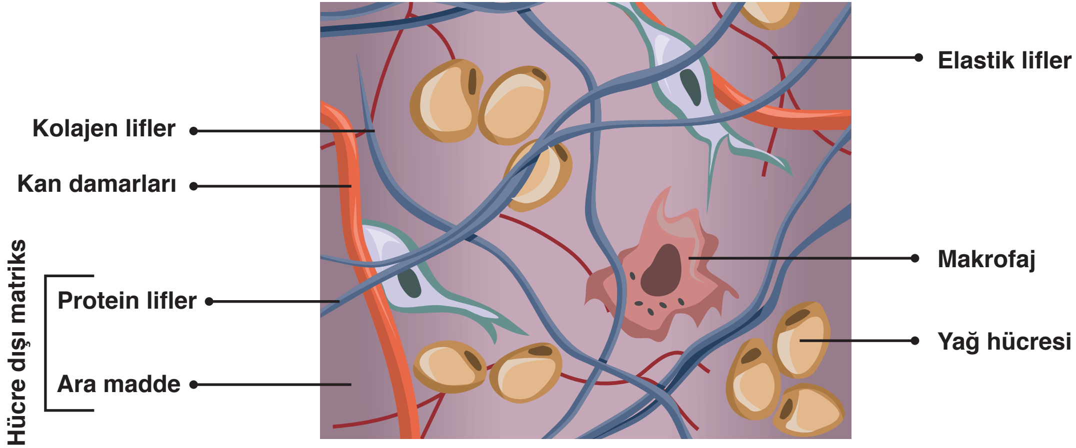
Başlıca duyu organları deri, dil, burun, göz ve kulaktır. Deri dokunmada, dil tat almada, burun koku almada, göz görmede ve kulak işitmede rol alır.

DERİ

Dokunma duyusu organı deri, vücudun dış yüzeyini kaplar ve bulunduğu bölgeye göre kalınlığı değişir. Topuk gibi yüksek basınçla karşı karşıya kalan bölgelerde daha kalındır. Deri, epitel doku ve temel bağ dokudan oluşmaktadır.

Epitel doku: Vücudun dış yüzeyini, organların ve vücut boşluklarının iç yüzeyini kaplayan dokudur. Epitel doku hücreleri birbirine yakın şekilde yerleştiklerinden hücreler arası boşlukları çok azdır ya da yoktur. Epitel doku hücrelerinin bölünme hızı yüksektir. Kan damarları bulunmadığından epitel hücreler ihtiyaç duyduğu maddeleri bağ dokudan difüzyonla sağlar. Epitel doku görevlerine göre örtü, duyu ve bez (salgı) epiteli olarak sınıflandırılır. Örtü epiteli vücudu sararak onu dış etkenlerden korur. Salgı epitelinden süt, hormon, mukus gibi maddeler salgılanır. Bazı duyu reseptörleri epitel dokunun farklılaşmasıyla oluşur. Epitel doku içerdiği hücrelerin yapısına göre de tek katlı, çok katlı ya da yalancı çok katlı olarak sınıflandırılabilir. Kalp, kan damarları; lenfatik kanalların iç yüzünü kaplayan, vücut içi boşluklarını döşeyen ve organların etrafını çevreleyen zarlar tek katlı epitelden oluşur. Aşınmaya ve su kaybına karşı koruyucu tabaka olan deri ve ağız boşluğu çok katlı epitelden oluşur. Çok katlı epitel dokunun yenilenme hızı yüksektir. Yalancı çok katlı epitel hücreleri farklı boyda olabilir. Işık mikroskobunda hücre çekirdekleri farklı seviyelerde göründüğünden çok katlı epitel izlenimi verir. Solunum yollarında bulunan yalancı çok katlı epitel doku silli yapıya sahiptir.

Bağ doku: Hücreler, dokular ve organlar için destek ve koruma sağlar. Bağ doku; hücreler, protein lifleri, proteinler ve ara maddeden oluşur. Protein lifleri ve ara madde hücre dışı matriksi meydana getirir. Bu matriks hücrelerle kan arasındaki madde alışverişinin sağlandığı ortamdır. Bağ dokuda bulunabilen hücre tipleri fibroblastlar, makrofajlar, mast hücreleri, plazma hücreleri, melanositler, yağ hücreleri ve lökositlerdir (Görsel 1.37). Makrofaj hücreleri vücudun savunmasında, mast hücreleri doku yaralanmasına karşı verilen tepkide, fibroblastlar ve elastik lifler ise bağlanma, esneklik ve dokuya direnç kazandırmada görev alır. Sıkı, gevşek ve elastik bağ doku çeşitleri genellikle kolajen, elastik ve ağsı fibriller içeren bağ dokulardır. Kıkırdak, kemik, yağ ve kan doku çeşitli özellikte matrikse sahip özel bağ doku içerir.



Görsel 1.37
Bağ doku yapısı

Herhangi bir yaralanma ya da zedelenme sonucu bağ doku yenilenmeye ve yarayı iyileştirmeye başlar. Ameliyat yaralarının iyileşmesi bağ dokunun yenilenme yeteneğine bağlıdır. Fibroblastlar onarımda esas işi üstlenir. Yara iyileşmesi sırasında bol miktarda aktin ve miyozin içeren yeni oluşan fibroblastlar yaranın kapanmasına yardımcı olur.

Deri, gevşek bağ doku yapısına sahiptir. Vücudu saran deri onu fiziksel etkilere, kimyasallara ve zararlı ışınlara karşı korur. Vücuda zararlı organizmaların girmesini engeller ve atıkların ter yoluyla dışarı atılmasını sağlar. Vücut ısısının sabit tutulmasında etkilidir. Deri temel olarak üst deri ve alt deri olmak üzere iki kısımda incelenir.

ÜST DERİ (Epidermis)

Çok katlı epitel dokudan oluşan üst derinin en üst kısmında ölmüş yassı epitel hücrelerinden oluşan bir katman bulunur. Bu katmana **korun tabakası** adı verilir. Korun tabakası derinin geri kalan canlı kısımlarını mikroorganizmalara, kimyasal maddelere, mekanik ve fiziksel etkilere karşı koruma altına alır. Saç, tırnak gibi yapılar korun tabakasının kalınlaşması ve keratinle birleşerek oluşturduğu dokulardandır.

Korun tabakasının altında silindirik epitel hücrelerinin arasında melanosit hücreleri bulunur. Melanosit hücreleri deriye renk veren melanin pigmentini bulundurur. Korun tabakasının altındaki bu kısma **malpighi tabakası** adı verilir.

B12

Yeterli düzeyde uyarılan makrofajların boyutları büyüyebilir ve kümeler oluşturabilir. Makrofajlar vücut savunmasında görev alır. Hücre artıklarını, hücre dışı matriksin anormal bileşenlerini, tümör hücrelerini, bakterileri ve organizmaya giren yararsız elemanları yutar. Makrofajlar aynı zamanda antijenlerin bağışıklık sistemine sunulmasında rol alır.

MERAKLISINA

Melanin pigmenti sayesinde insanlar sarı, kızıl, esmer, beyaz ve siyah ten renklerine sahip olabilir. Albino bireylerde melanin pigmenti oluşmaz. Bu yüzden bu bireylerin deri renkleri beyaz ve kıl renkleri de açık sarı olur.

ALT DERİ (Dermis)

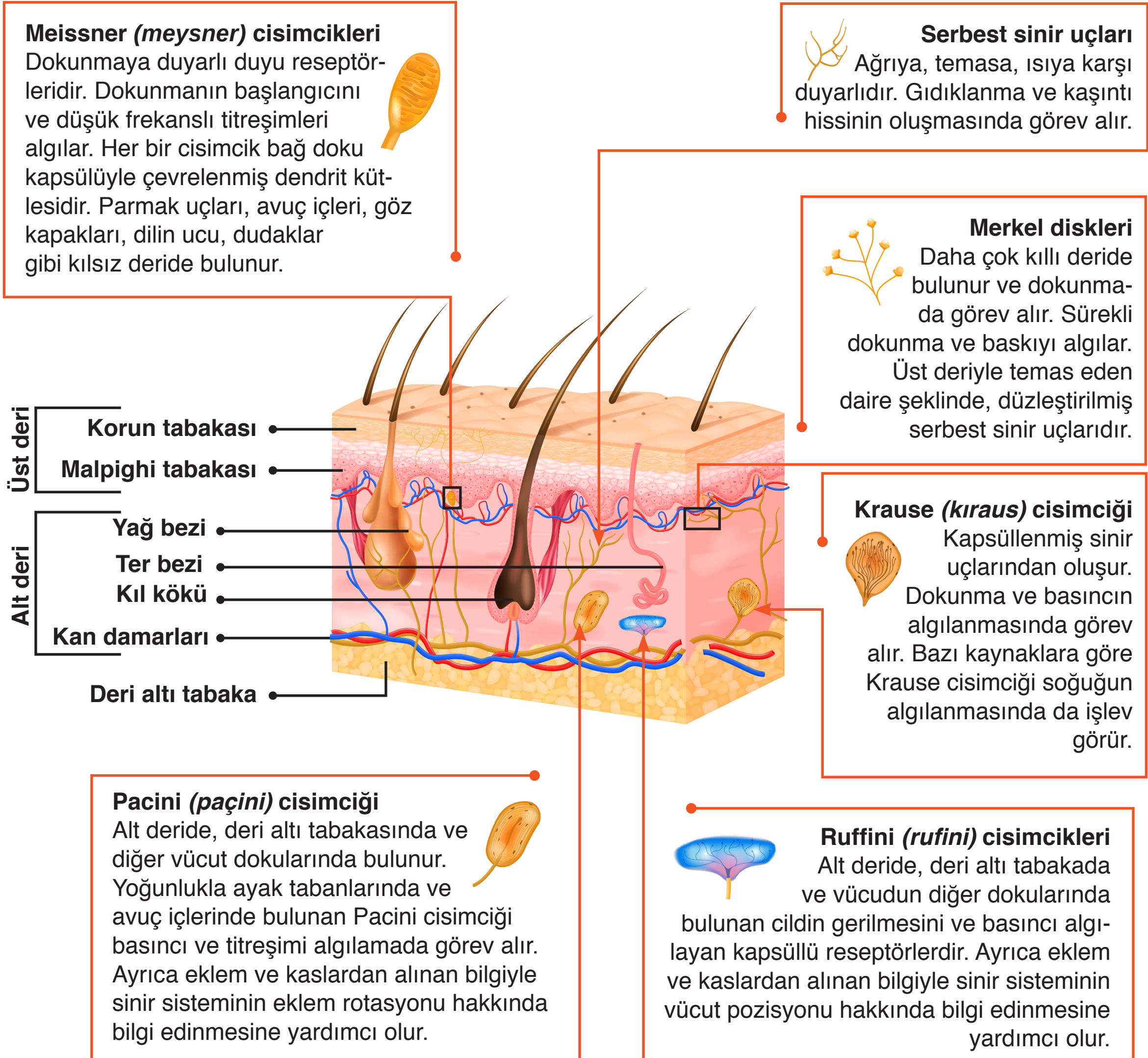
Üst derinin altında nispeten daha kalın bir kısım olan alt deri, kolajen ve elastik lifler içerir. Yoğun ve düzensiz bağ dokudan oluşmuştur. İçerdiği lifler sayesinde çekme veya germe kuvvetlerine karşı dirençlidir. Kan damarları, sinirler, kıl kökleri, ter ve yağ bezleri alt deriye gömülüdür.

Üst deride kan damarları bulunmazken alt deride bulunan kan damarları derinin beslenmesini sağlar. Ter bezleri, kıl kökleri ile bağlantılı olup terlemeyle vücut ısısının ayarlanmasına yardımcı olur. Yağ bezleri derinin nemli kalmasını sağlar. Kıllar, kıl köküne sarılmış serbest sinir uçları (kıl kökü reseptörü) sayesinde dokunmada ve hareketi algılamada görev alır.

Alt derinin altında derinin bir parçası olmayan deri altı tabaka bulunur. Deri altı tabaka, yağ deposu işlevi gören yağ doku içerir. Alt deriden uzanan lifler sayesinde deri, deri altı tabakasına tutunmuştur.

Duyu reseptörleri alt deride uyarının tipine göre yerleşmiştir. Hafif dokunma ya da titreşimi algılayan reseptörler yüzeye yakın bulunurken kuvvetli basınç ve titreşimi algılayan reseptörler daha derinde yer alır. Vücudun her yerine dağılmış duyu reseptörleri dudak ve parmak uçlarında yoğun şekilde bulunur.

Derinin anatomisi ve deride yer alan duyu reseptörlerinin görevleri Görsel 1.38'de gösterilmiştir.



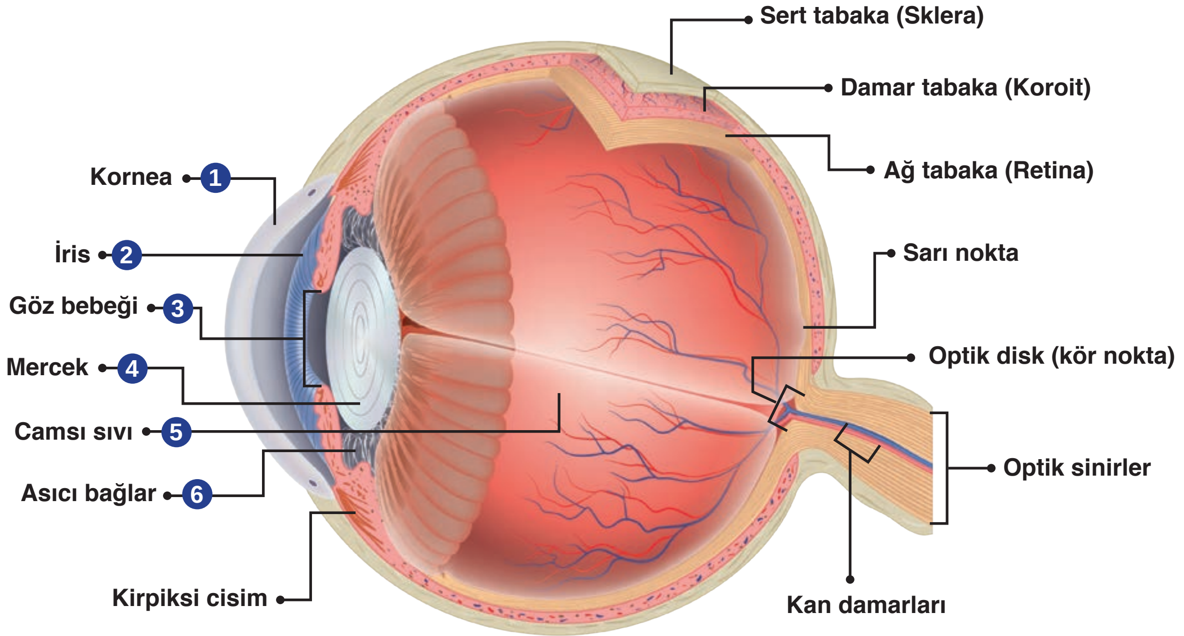
Görsel 1.38
Derinin enine kesiti ve duyu reseptörleri

GÖZ

Görme organı göz, nesnelerin görüntülerini ve renklerini algılamayı sağlayan duyu organıdır. Tüm vücuttaki duyu reseptörlerinin yaklaşık %70'i gözde bulunur. Gözün fonksiyonunu yerine getirmesinde kaşlar, kirpikler, göz kapakları, gözyaşı bezleri, dış göz kasları gibi yapılar yardımcı olur.

Kaşlar, gözlerin güneş ışığından korunmasına yardımcı olur ve alından akan terin gözlere ulaşmasını engeller. Göz kapakları kapanarak gözü dış etkenlerden korur, dinlenme anında ışığın göze girmesini engeller. Göz kapakları yağ ve ter bezleri içerir. Her bir göz kapağı en küçük bir uyartıya dahi tepki veren ve göz kapağında kapanma refleksi oluşturan kirpiklere sahiptir. Gözyaşı bezleri; mukus, antikor, lizozim enzimi üretir ve salgılar. Gözyaşı, göz yüzeyini nemli ve kaygan bir hâle getirerek onu hem temizler hem de korur. Gözyaşı salgısı birikerek burun boşluğuna akıtılır. Göz kasları, göz küresinin eş güdümlü hareketini sağlar.

Göz, dıştan içe doğru sırasıyla **sert tabaka** (sklera), **damar tabaka** (koroit) ve **ağ tabaka** (retina) olmak üzere üç tabakadan oluşur. Gözü çevreleyen tabakalar ve bu tabakalara ait yapılar Görsel 1.39'da gösterilmiştir.



Görsel 1.39
Gözün anatomik yapısı

SERT TABAKA (SKLERA)

Göz sert tabaka (sklera) adı verilen bir bağ dokuyla sarılmış, içi sıvı dolu küre biçiminde bir yapıdır. Sert tabaka kan damarı içermez. Göz kasları bu tabakaya tutunur. Sert tabaka gözün ön kısmında saydamlaşıp şişkinleşerek kornea tabakasını (saydam tabaka) oluşturur (1).

DAMAR TABAKA (KOROİT)

Damar tabaka kan damarları bakımından zengin ve koyu kahverengi bir tabakadır. Buradaki kan damarları tüm göz katmanlarını besler. Melanositler tarafından üretilen kahverengi pigment ise fazla ışığı emerek göz yuvarlağının içindeki ışık saçılmalarını ve yansımalarını engeller. Korneanın iç tarafında göze rengini veren pigmentli yapıda iris bulunur (2). Kornea tabakası ile iris arasındaki sıvı dolu boşluğa **ön oda** adı verilir. İris, gözün arka kısmındaki fotoreseptörlere gelen ışık miktarını kontrol eder. İrisin merkezindeki açıklığa **göz bebeği** (pupilla) denir (3). Parlak ışıkta iris büzülür ve göz bebeği küçülür. Işık miktarı azaldıkça göze daha fazla ışığın girmesi için iris gevşer ve göz bebeği büyür.

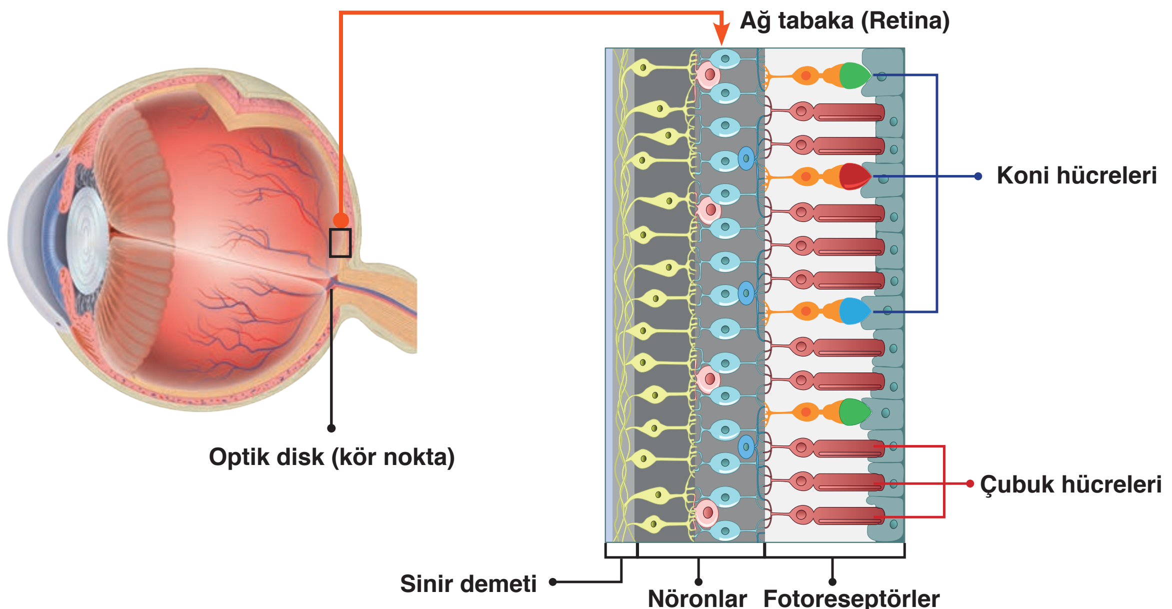
İrisin arkasında gözü iki odacığa bölen göz merceği bulunur 4. İnce kenarlı yapıya sahip göz merceği ışığı kırarak görüntünün retina tabakasına düşmesini ve göz uyumunu sağlar. Göz merceğinin önü ve arkası şeffaf bir sıvı ile doludur. Göz merceğiyle ağ tabaka arasındaki boşluk gözün şeklinin sabit kalmasını sağlayan camsı sıvı ile doludur ve **karanlık oda** adını alır 5. Göz merceği asıcı bağlarla askıya alınmış biçimde durur 6. Uzaktaki bir cisme odaklanırken asıcı bağların kasılması ve kirpiksi cismin gevşemesi sonucu göz merceği çekilerek daha da yassılaşır ya da incelir.

Yakındaki bir cisme odaklanırken ise kirpiksi cismin (siliyer kaslar ya da silli cisim) kasılması asıcı bağların gevşemesi göz merceğinin yuvarlak formunu almasına neden olur. Yakındaki ve uzaktaki cisimlere odaklanırken asıcı bağlar ve kirpiksi cisim sayesinde göz merceği gözün uyum yapma işlevini yerine getirmiş olur. Işık ilk korneadan geçerek göze girer, göz merceği sayesinde odaklanır ve gözün arka kısmındaki ağ tabakaya düşer.

AĞ TABAKA (RETİNA)

Retina, fotoreseptörlerin ve görme sinirlerinin bulunduğu tabakadır. Fotoreseptörler çubuk hücreleri ve koni hücreleri olmak üzere iki çeşittir. Çubuk hücreleri siyah-beyaz (gri ve tonları şeklinde) görmeden sorumlu iken koni hücreleri renkli görmeden sorumludur. Bu fotoreseptörlerdeki görme pigmentleri ışık absorblayan A vitamini türevi bir molekül (rodopsin) içerir. Çubuk hücreleri ışığa çok hassastır. Çok loş ışıkta dahi tepki vermeleri onları gece görüşü ve çevresel görüş için en uygun hâle getirir. Ancak netlik düşüktür. Gece nesneleri daha iyi görebilmek için nesneye değil hemen yanına bakmak daha iyi sonuç verir. A vitamini eksikliğinde ışığın az olduğu ortamlarda görme alanının ve görme keskinliğinin belirgin azalması olarak tanımlanan gece körlüğü meydana gelir. Retina tabakasında koni hücrelerinden yaklaşık 20 kat daha fazla çubuk hücreleri bulunur. Göze gelen ışık sarı nokta (fovea) üzerine düşer ve oluşan görüntü terstir. Sarı noktada koni hücreleri daha yoğun biçimde yer alır. Koni hücreleri aktivasyon için parlak ışığa ihtiyaç duyar, düşük hassasiyete sahiptir. Ancak çubuk hücrelerine göre daha hızlı tepki verirler. Üç tip koni hücresinin her biri farklı dalga boylarındaki ışığı (kırmızı, mavi ve yeşil) absorblayan farklı moleküllere sahiptir. Işığın farklı dalga boyları farklı pigmentler tarafından absorblandığında beyin tarafından farklı koni hücrelerinden gelen uyarılar bir dizi renk olarak algılanır.

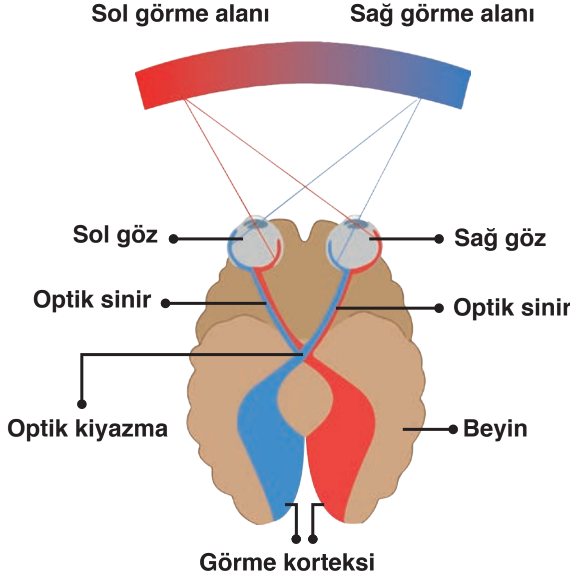
Işık, retinanın arkasındaki çubuk ve koni hücrelerine ulaşana kadar bir hücre ağından ve optik sinir liflerinin içinden geçer. Işığa yanıt olarak fotoreseptörlerde meydana gelen zar potansiyelindeki değişiklik optik sinirlere aktarılmadan önce işlenir. Optik sinirlerde meydana gelen aksiyon potansiyellerle bilgi beyne iletilir. Optik sinirler **optik disk** (kör nokta) adı verilen ağ tabakanın fotoreseptörlerden yoksun bölümünden gözü terk eder (Görsel 1.40).



Görsel 1.40
Ağ tabakanın yapısı

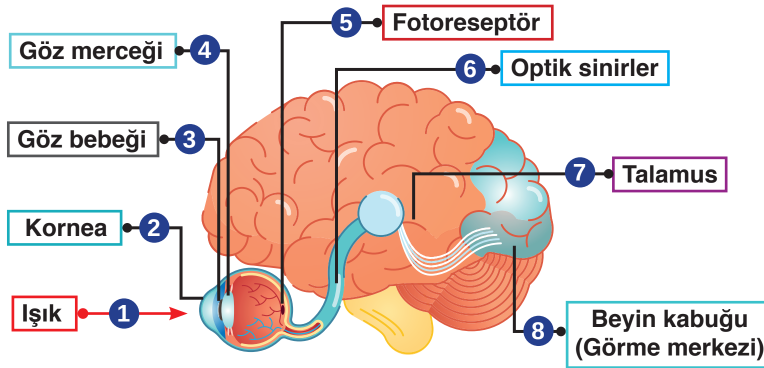
GÖRME OLAYI

İki göz birbirleriyle örtüşen toplamda yaklaşık 170 derecelik bir görme alanına sahiptir. Görme korteksi iki göz tarafından iletilen görüntüleri birleştirir ve üç boyutlu görmeyi sağlayan derinlik algısı yaratır. Bu sayede nesnelerin konumları hakkında bilgi elde edilir. Sağ ve sol gözden gelen optik sinirler beyin korteksinin tabanında **optik kiyazma** denilen bir yerde karşılaşır. Sol taraftaki görme alanından gelen görüntü beynin sağ tarafına, sağ taraftaki görme alanından gelen görüntü beynin sol tarafına iletilir. Optik sinirlerdeki aksonların bir kısmı optik kiyazmada çaprazlanarak sağ ve sol görme alanlarından elde edilen görüntüler, beyindeki ilgili görme alanlarına iletilir (Görsel 1.41).



Görsel 1.41
Görme alanları ve optik kiyazma

Bir cismin yansıttığı ışığın gözde ve görme sürecinde izlenen yol Görsel 1.42'de sıralanmıştır.



Görsel 1.42
Görme olayının gerçekleşme süreci

MERAKLISINA

İbn Heysem'in (965-1039) optiğe katkısı gerçekten olağanüstüdür. Bir ışık kaynağından ışığın yayılması, kırılması, yansıması, gölgelerin oluşumu, karanlık oda, gökkuşağı oluşumu gibi pek çok temel optik olguyu açıklayabilmek için ayrıntılı deneyler düzenlemiştir. Elde ettiği bilgilerle gözün yapısı ve görmenin oluşumunu bugünkü bilgilere çok yakın biçimde açıklamıştır. İbn Heysem, ışık kaynağı ne olursa olsun açıkça göze dışarıdan ışık ve renk gelmediği sürece görmenin olamayacağını savunmuştur. Işığın gözde belirli bir etki yaptığını belirterek ışığın nesneden geldiğini ve görsel süreçte gözün dış bir etkinin alıcısı olduğunu vurgulamıştır.

GÖRME BOZUKLUKLARI

Kalıtsal özellikler, gözle ilgili yaralanmalar, fizyolojik bazı hastalıklar ve yaşlanma göz fonksiyonlarının bozulmasına neden olabilir.

Gözle ilgili kalıtsal anormalliklere renk körlüğü örnek verilebilir. Renk körlüğü bir ya da daha fazla çeşit koni hücresinin eksikliğinden ya da fonksiyon bozukluğundan meydana gelir. En yaygın renk körlüğü kırmızı-yeşil renk körlüğüdür. Çoğu zaman renk körü insanlar sadece kırmızıyı yeşilden ayırt etmekte zorlanır. Tam renk körü bireyler dünyayı sadece gri tonlarında görür.

Sürükle bırak etkinliği için karekodu okutunuz.



Korneanın şekil bozuklukları, göz küresi çapının normalden farklı oluşu gibi etkenler gözün ışığı odaklama yeteneğini etkiler. Bu sorunlar kalıtsal kökenli olabilir. Astigmatizm, miyopi ve hipermetropinin nedenleri ve düzeltme biçimleri Görsel 1.43'te açıklanmıştır.

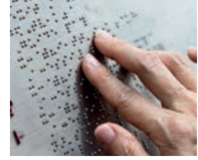
Görme Bozuklukları	Normal Görüş	Düzeltme Biçimleri
Astigmatizm kornea ve merceğin düzensiz eğriliğiyle ortaya çıkar. Kornea üzerindeki eşit olmayan şekilde bozulmalar sonucu ışık farklı derecede kırılır ve görüntü bulanıklaşır. Kornea veya göz merceğindeki asimetriyi telafi eden silindirik mercekler ile düzeltilir.	**Işık doğru kırılmamış ve görüntü bulanıktır.**	**Silindirik merceklerle düzeltilir.**
Miyopi (uzağı net görememe) göz küresinin normalden daha uzun oluşuyla veya merceği ayarlamaktan sorumlu kirpikli kasların çok kuvvetli kasılması sonucu merceğin normalden fazla şişkinleşmesiyle ortaya çıkar. Miyop bireylerde görüntü retinanın önünde odaklandığı için görüntü bulanıklaşır. Miyopi içbükey mercekli gözlüklerle düzeltilir.	**Görüntü retinanın önünde oluşur.**	**İçbükey merceklerle düzeltilir.**
Hipermetropi (yakını net görememe) miyopinin tam tersi bir sorundur. Göz merceğinin normalden daha ince ve göz küresinin normalden daha kısa olması, yakın görüntülerin retinanın arkasında odaklanmasına neden olur. Hipermetropi ışığın yakınsamasını artıran dışbükey mercekli gözlüklerle düzeltilir.	**Görüntü retinanın arkasında oluşur.**	**Dışbükey merceklerle düzeltilir.**

Görsel 1.43
Kornea ve göz küresi şekil bozuklukları

Yaşlanmaya bağlı olarak bazı görme bozuklukları-nın oluşma riski artar. Katarakt, göz merceğinin saydamlığını kaybetmesiyle ışık ve görüntünün retinaya ulaşamaması sonucu görme kaybının oluşmasıdır. Göz merceği daha opak hâle gelir ve mercekten geçen ışık miktarı azalır. Genellikle yaşlanmayla ilişkili olsa da yaralanma ya da diyabet, katarakta yol açabilir. Bu rahatsızlık ameliyatla düzeltilebilir.

Glokom (göz tansiyonu) göz küresi içindeki camsı sıvı miktarının çok fazla artması sonucu ortaya çıkar. Göz küresi içindeki basıncın artması gözü besleyen kan damarlarının daralmasına neden olur. Retina hücreleri ve optik sinirler yeterince beslenemez ve ölmeye başlar. Göz tansiyonu yükselmesi kırklı yaşlardan itibaren başlayıp altmışlı yaşlarda hız kazanır. Hastalığın ilerleme durumuna göre çeşitli ilaç, lazer operasyonları ya da ameliyatlarla tedavi edilebilir.

MERAKLISINA



Braille *(Brayl)* Alfabesi; 1821 yılında Louis Braille *(Lui Brayl)* isimli görme engelli Fransız bir öğrenci tarafından geliştirilen, 6'lı nokta sisteminin kullanıldığı bir alfabe yöntemidir. Bu alfabede harfler, sayılar ve işaretler kabarık noktalarla gösterilmektedir. Bu yöntem doğuştan ve sonradan görme yetisini kaybeden kişilerin parmaklarını kullanarak hem okumayı hem de yazmayı öğrenmelerini kolaylaştırmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüzde Braille alfabesinin tablet ekranlarda kullanılmasına yönelik çalışmalar geliştirilmektedir.

ETKİNLİK

30 dk.

Etkinliğin Adı: Kaldırımlardaki Sarı Kabartmalı Şeritler Ne Anlama Geliyor? **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: Görme engelli bireylerin sorunlarına çözüm önerileri sunabilme.

Yönerge : *Aşağıdaki metinden yararlanarak etkinlik sorularını cevaplayınız. Bireysel çalışma ya da grup çalışması olarak planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*



Hemen hemen her kaldırımda sarı tırtıklı şeritler bulunmaktadır. Bu şeritler görme engelli bireylerin günlük yaşamlarını kolaylaştıran araçlardır. Çoğu zaman bu şeritlerin ne işe yaradığını hiç düşünmeden üzerinden geçip gideriz.

1. Noktalı kabartmalı, fitilli kabartmalı veya yatay-dikey ince uzun çizgiler şeklinde gördüğünüz bu şeritlerin ne anlama geldiğini hiç düşündünüz mü? Bu şeritlerin türlerini ve hangi şeritlerin görme engelliler için ne anlama geldiğini araştırınız. Tespitlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Bu şeritler olmasaydı görme engelli bireyler kalabalık şehirlerde ne gibi tehlikelerle karşılaşırdı?
3. Bazı sürücülerin araçlarını bu şeritlerin üzerine park etmeleri konusunda ne düşünüyorsunuz?
4. Çevrenizde görme engelli bireylerin hayatını kolaylaştıracak başka hangi uygulamaları ya da teknolojik gelişmeleri gözlemliyorsunuz?
5. Siz olsanız görme engelli bireylerin hayatını kolaylaştıracak ne gibi uygulamalar geliştirirsiniz? Bunun için çevrenizdeki hangi kuruluşlardan yardım istersiniz?
6. Arkadaşlarınızla görme engelli bireylerin karşılaştığı sorunlara dikkat çekmek, sosyal farkındalık oluşturmak amacıyla broşür, afiş vb. hazırlayınız. Görme engelliler haftasında, hazırladığınız ürünü çevrenizdeki bireylerle paylaşınız.

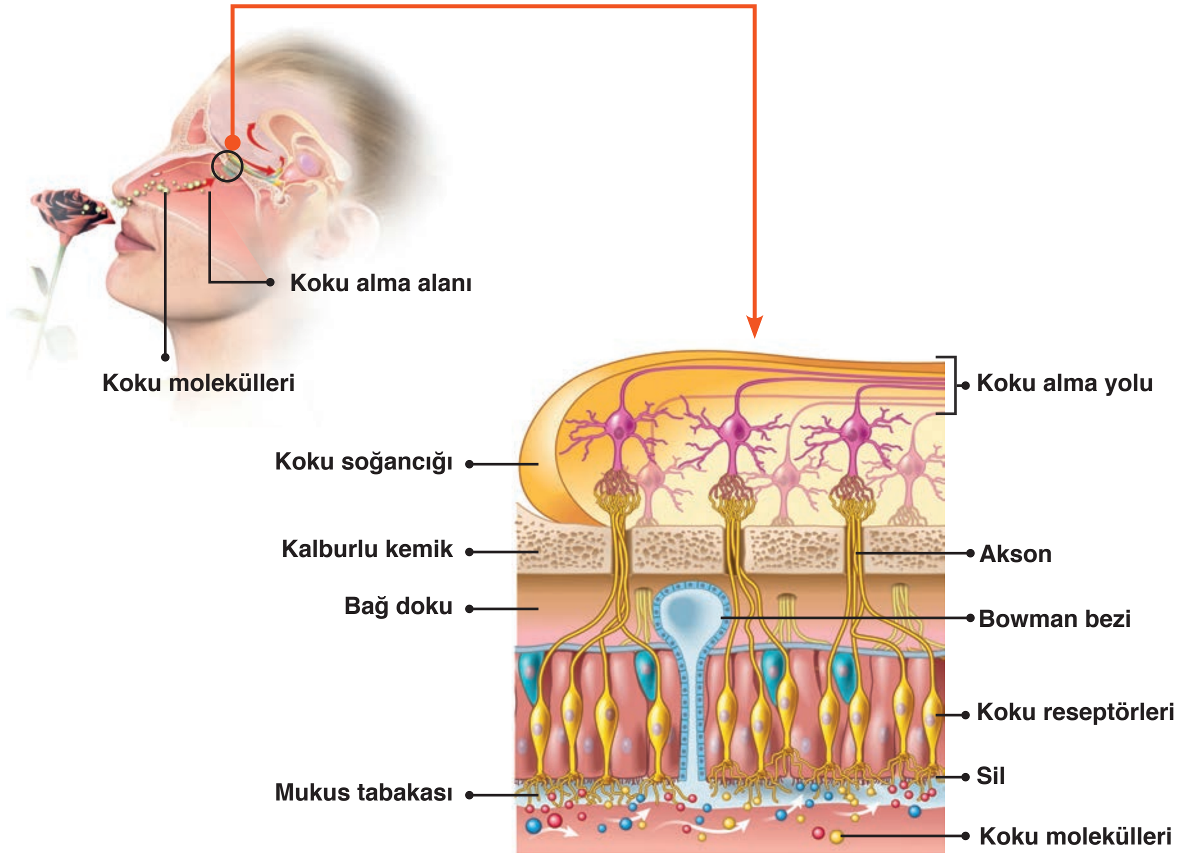
Görme engelliler ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



BURUN

Koku alma organı olan burun, aynı zamanda solunum organı olarak da görev yapar. Burnun solunumla alınan havayı temizleme, ısıtma, nemlendirme gibi görevleri vardır. Burun boşluğunun üst kısmında koku alma alanında (sarı bölge) epitel hücreler ve kemoreseptör olarak işlev gören özelleşmiş sinir hücreleri bulunur. Farklı kokular için özelleşmiş olan bu kemoreseptörler, binlerce farklı kokuyu ayırt edebilir.

Buruna gelen koku molekülleri Bowman (*Bovman*) bezlerinden salgılanan mukus içinde çözünür. Kemoreseptörlerin mukus sıvısı içine kadar uzanan dendritlerinin sil şeklindeki uzantıları uyarıyı alır ve impuls oluşturur. Reseptör hücrelerin aksonları ise buradaki kemik yapının içindeki deliklerden geçerek beyindeki koku soğancığına kadar uzanıp buradaki nöronlarla sinaps yapar. Koku soğancığındaki nöronlar, talamusa uğramadan doğrudan beyin korteksindeki değerlendirme merkezine gider. Koku alma alanının yapısı Görsel 1.44'te gösterilmiştir.



Görsel 1.44
Koku alma alanının yapısı

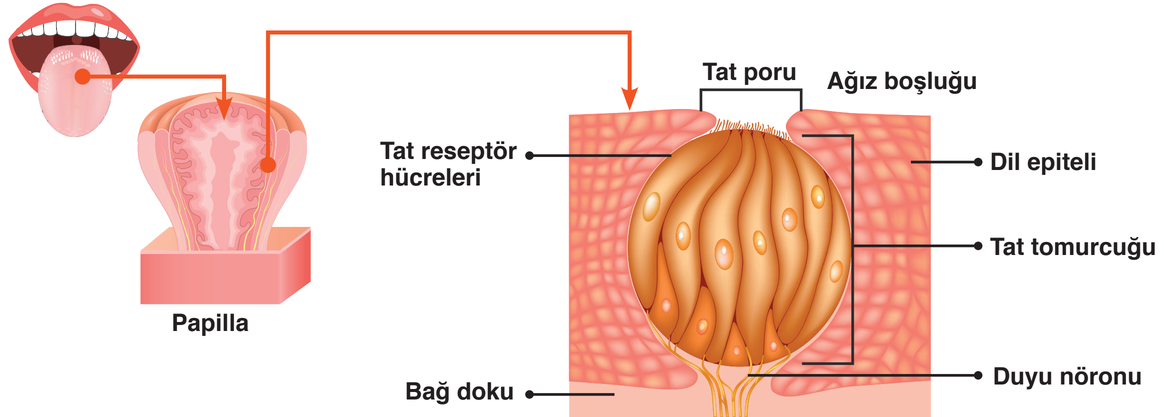
KENDİNİ GELİŞTİR

Koku reseptörleri kısa sürede yorulur. Aynı kokuya uzun süre maruz kalmak, o kokunun hissedilmemesine neden olur. Bu durum kötü kokulara karşı dayanmayı kolaylaştıran bir adaptasyondur. Koku reseptörleri ortama farklı bir koku yayıldığında ise bu yeni kokuya tepki verir.

- Bu duruma benzer diğer duyularda da yorulma olayı var mıdır? Tartışınız.

DİL

Tat alma organı dilin üst tabakası çok katlı yassı epitelden oluşmuştur. Dil sadece tat alma organı değil konuşma, lokmayı çevirme ve yutmada da görev alır. Dilin yüzeyinde bulunan çıkıntılara **papilla** adı verilir. Papillanın içerisinde 3.000–10.000 kadar tat omurcuğu, tomurcukların içerisinde ise epitel hücrelerden özelleşmiş tat reseptörleri bulunur (Görsel 1.45). Tat reseptörleri temelde tatlı, acı, tuzlu, ekşi ve umami (lezzetli) olarak sınıflandırılır. Dil, tat alma görevini koku alma duyusu ile birlikte daha iyi gerçekleştirir. Üst solunum yolu enfeksiyonları gibi rahatsızlıklarda burnun tıkalı olması nedeniyle yiyeceğin kokusunun alınamaması tadının da iyi bir şekilde algılanmasını önler. Tat alma tomurcuklarının aktif olabilmesi için yiyeceklerin tadının dildeki mukus içerisinde çözünmesi gerekir. Çözünen madde, reseptörleri uyarır ve impuls oluşumunu sağlar. İmpulslar duyu sinirleri ile beyinde tat alma merkezine ulaşır ve maddenin tadı algılanmış olur. Tat tomurcukları bulunan dilin herhangi bir bölgesi, beş çeşit tattan herhangi birini algılayabilir.

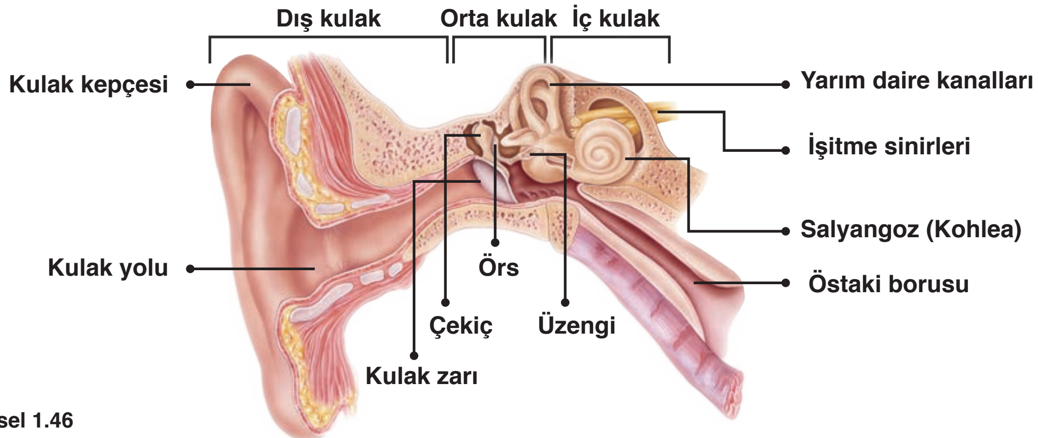


Görsel 1.45
Tat tomurcuğunun yapısı

Ağız kuruluğu, Parkinson hastalığı, kafa travmaları, diyabet, hamilelik, tütün mamülleri kullanımı ve yaşlanma tat duyusunda bozukluğa neden olan faktörler arasında yer alır. Tat duyusu bozuklukları diğer duyu bozukluklarına göre daha az önemsense de yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Genellikle 45 yaşından sonra tat tomurcuklarının bir kısmı yok olur. Bu yüzden tatları alma hassasiyeti giderek azalır.

KULAK

Kulak, işitme ve dengeden sorumlu organdır. İşitme olayında oluşan impulsları beyne, denge olayında oluşan impulsları ise beyinciğe iletir. Kulak; **dış kulak**, **orta kulak** ve **iç kulak** olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 1.46).



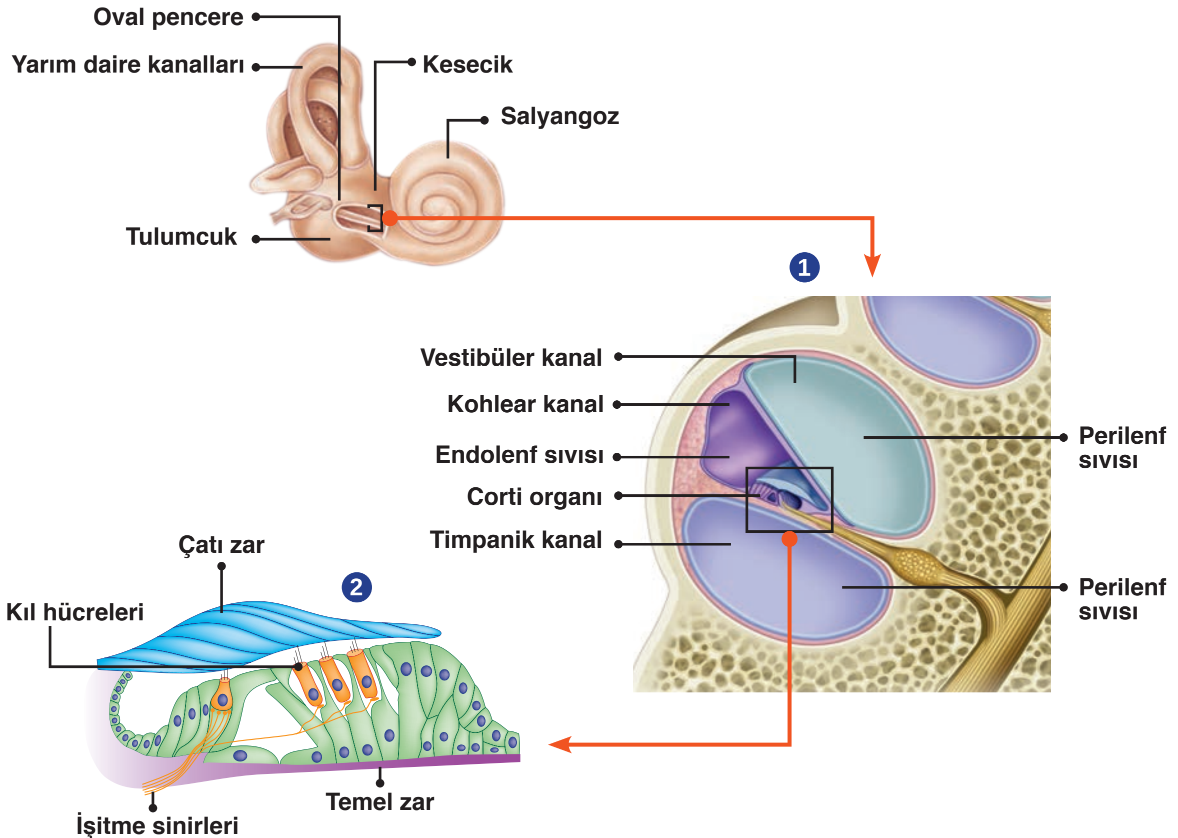
Görsel 1.46
Kulağın yapısı

Dış kulak: Kulak kepçesinden kulak zarına kadar olan bölümdür. Ses dalgalarını toplayan kulak kepçesi kıkırdak yapılıdır. Kulak yolu yaklaşık 2,5 cm uzunluğunda olup hücrelerinin salgıladıkları sıvı ile toz, kir gibi kulağa giren yabancı maddelerin tutulmasını sağlar. Ayrıca kulak kepçesi ile toplanan ses dalgalarını kulak zarına iletir.

Orta kulak: Kulak zarı ile oval pencere arasındaki bölümdür. Çekiç, örs ve üzengi kemiklerini içerir. Bu kemikler kulak zarından aldıkları titreşimleri yükselterek oval pencereye aktarır. Orta kulakta ayrıca yutakla bağlantılı olan açık bir kanal vardır. Östaki borusu adı verilen bu kanal atmosfer ile orta kulak arasındaki basıncı dengeleyerek basınç değişimlerinden kulak zarının zarar görmesini engeller.

İç kulak: İçi sıvı dolu salyangoz (kohlea), tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanallarından oluşur. Bu kanallardan salyangoz işitmeden sorumlu iken tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanalları vücudun yatay ve dikey dengesinin korunmasında görev alır. Orta kulak iç kulakla bağlantıyı oval pencere ile sağlar. Oval pencerenin iç kulağa bakan tarafında tulumcuk ve kesecik yer alır. Tulumcuk yarım daire kanalları ile bağlantılıdır, keseciğin ucunda salyangoz yer alır. Salyangozun yapısı ve içerdiği yapılar Görsel 1.47'de gösterilmiştir.

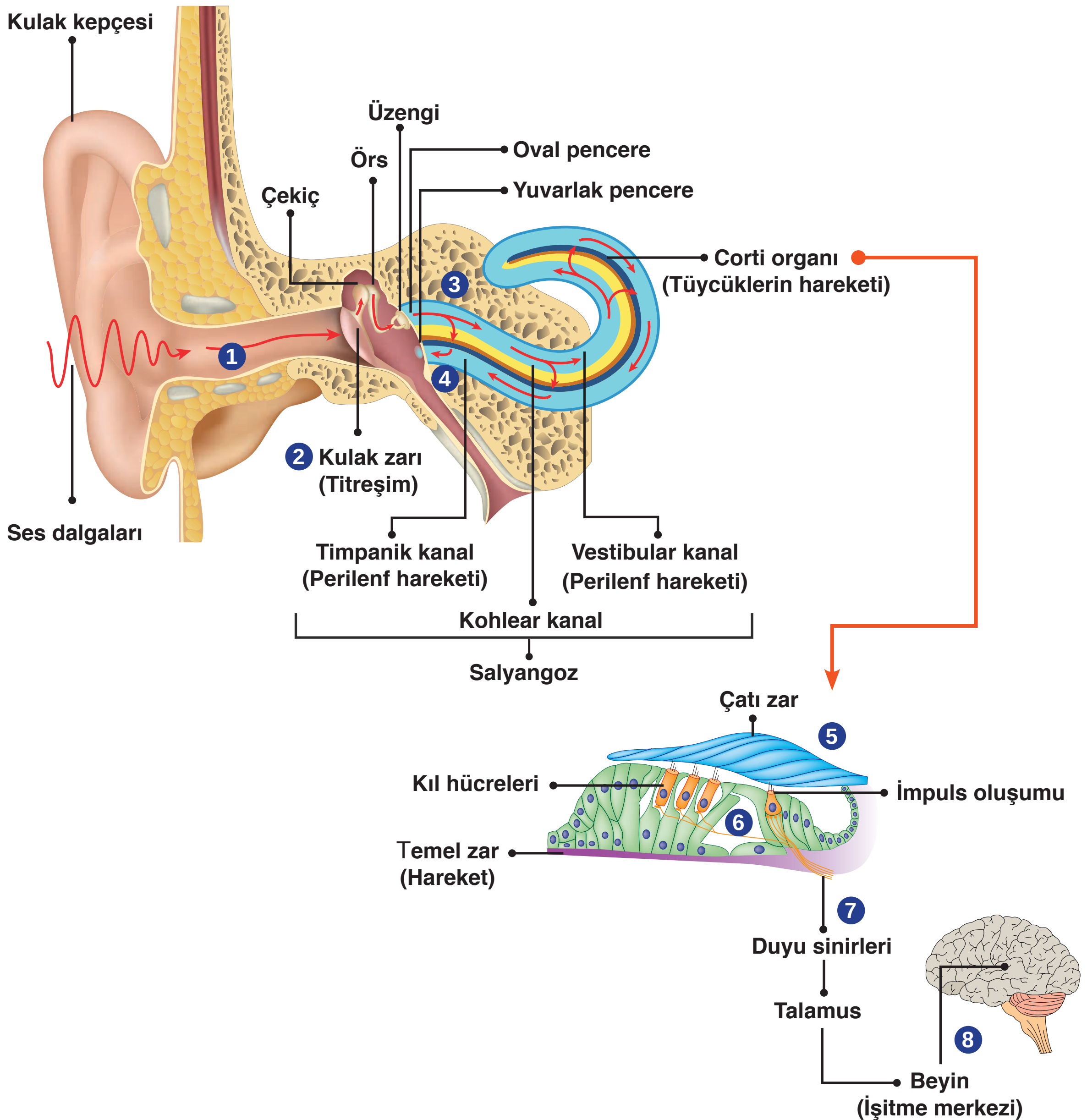
Salyangoz içinde üç kanal bulunur. Üstteki kanala **vestibüler kanal,** ortadaki kanala **kohlear kanal**, alttaki kanala ise **timpanik kanal** adı verilir. Vestibüler kanal ve timpanik kanalın (1) içi perilenf sıvısı, kohlear kanalın içi endolenf sıvısı ile doludur. Vestibüler kanal oval pencereye, timpanik kanal ise yuvarlak pencereye açılır. Kohlear kanal vestibüler ve timpanik kanalların arasında zarlarla ayrılmıştır. Kohlear kanalın temel zar adı verilen zarı üzerinde basınç dalgalarını aksiyon potansiyellerine dönüştüren (mekanoreseptör) Corti (*korti*) organı yer alır (2). İşitme organı olan Corti organı basınç dalgalarıyla zar potansiyelleri değişebilen kıl hücrelerini içerir. Kıl hücrelerinin üzerinde onların bağlı olduğu çatı zar bulunur. Ses dalgaları temel zarı hareket ettirdiğinde çatı zarına bağlı kıl hücreleri iki zar arasında basınca maruz kalır. Kıl hücrelerinde zar potansiyeli değişir ve nörotransmitterler salınır. Duyu nöronlarının bu sayede uyarılmasıyla impuls oluşur.



Görsel 1.47
Salyangoz ve salyangozun içerdiği yapılar

Ses dalgaları kulaktan girerek beyindeki işitme merkezine ulaşıncaya kadar bir dizi olay gerçekleşir. Ses dalgalarının izlediği yol Görsel 1.48'de gösterilmiştir.

20-20.000 Hz (Hertz) arasındaki sesler kulak kepçesinde toplanarak kulak yolundan geçer (1). Ses dalgaları kulak zarını titreştirir (2). Titreşen zar; titreşimleri orta kulaktaki çekiç, örs ve üzengi kemiklerine aktarır. Bu kemikler ses titreşimlerinin gücünü 15-20 kat yükselterek oval pencereye gönderir (3). Oval pencereden içeri giren ses titreşimleri dalızdan geçer ve vestibüler kanal içindeki sıvıda basınç dalgası oluşturur. Dalga buradan timpanik kanala geçerek yuvarlak pencerede son bulur (4). Vestibüler kanaldaki basınç dalgaları kohlear kanaldaki temel zarı titreştirir bu titreşimler tüylü duyu hücrelerinin çatı zara temas edip uzaklaşmasını sağlar (5). İşitme aralığındaki frekansa sahip sesler kohlear kanaldan geçerek temel zarı titreştirir ve kıl hücrelerinin zar potansiyeli değişir (6). Kıl hücrelerinden nörotransmitter madde salgılanması ile duyu nöronlarında aksiyon potansiyelleri oluşur (7). Duyu nöronları, impulsları salyangozdan çıkarıp talamusa oradan da beynin işitme merkezine iletir ve işitme gerçekleşir (8).

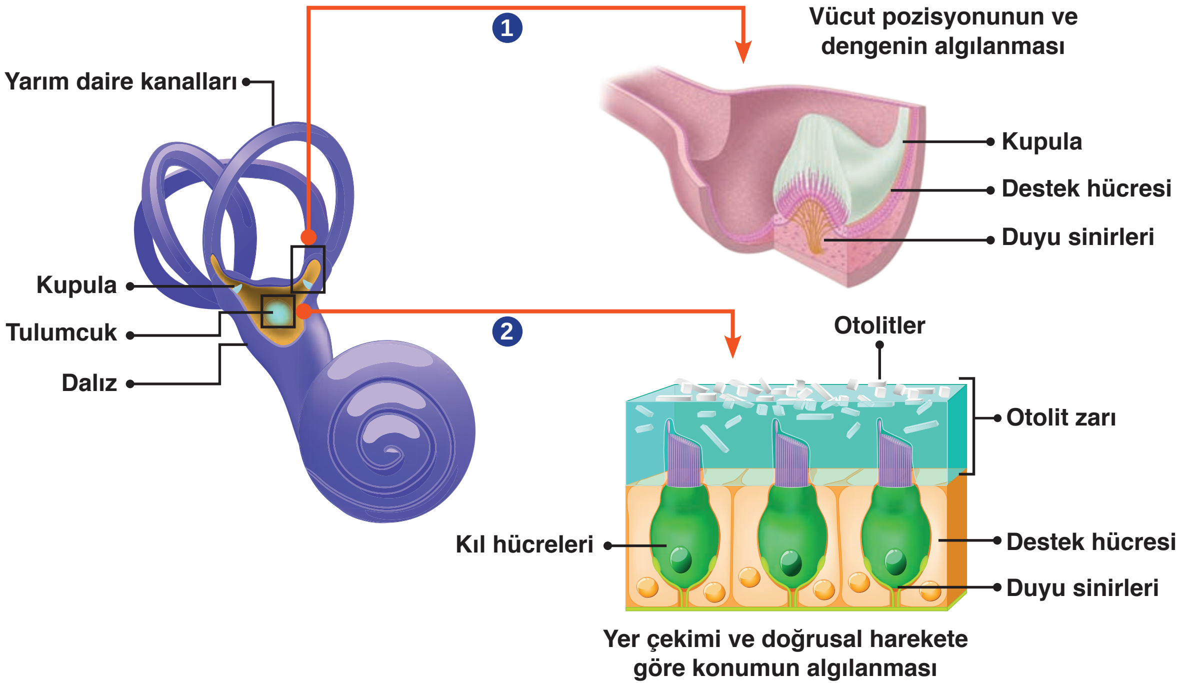


Görsel 1.48
Ses dalgalarının izlediği yol

DENGE

Denge, kısmen gözlerden ve eklemlerdeki reseptörlerden alınan bilgilerin yanında iç kulaktaki dengeden sorumlu yapılar sayesinde sağlanır (Görsel 1.49). Yarım daire kanalları üç farklı düzlemde birbirine dik açılarda yerleşmiş içinde endolenf sıvısı bulunan kanallardır. Yarım daire kanallarının şişkin tabanında (ampula) kıl hücreleri demeti bulunur. Kıl hücrelerinin kılları **kupula** adı verilen jöle benzeri bir başlık içinde yer alır. Baş hareket ettirildiğinde yarım daire kanallarındaki sıvı akışı kupulaya baskı yaparak kıl hücrelerini eğer. Kıl hücrelerinin bu hareketi sinir hücrelerinde impuls oluşturur. Oluşan impulslar uç beyne ve beyinciğe iletilerek vücudun pozisyonu algılanır ve dinamik denge sağlanır 1.

Yarım daire kanallarının altında, oval pencerenin gerisinde **dalız** denilen yapı içerisinde yer çekimi ve doğrusal hareketi algılamayı sağlayan reseptörler bulunur. Dalız; tulumcuk ve kesecik adı verilen iki odacığa sahiptir. Bu odacıklar jöle benzeri bir membran içine gömülü kıl hücreleri içerir. Bu jöle içerisinde **otolit** adı verilen sert kalsiyum karbonat parçaları bulunur. Jelimsi otolit zarın hareketi sayesinde kıl hücrelerinin pozisyonu değişir. Bu sayede sinir hücrelerinde impuls oluşur. Uyarılar beyin sapındaki refleks merkezlerinde değerlendirilir. Böylece başın yer çekimine göre konumu ve doğrusal hareketlerdeki ivmelenme algılanarak statik denge sağlanmış olur 2.



Görsel 1.49
Denge organının yapısı

KENDİNİ GELİŞTİR

Orta kulak iltihabı, çocuklarda işitme kaybının en sık nedenidir. Bu rahatsızlıkta kulak zarı şişer, iltihaplanır ve kızarır. Genellikle yetişkinlerde kafa travmaları, solunum yolu hastalıkları ya da iç kulak iltihaplanması vertigo hastalığına neden olur. Vertigo hastalığında kişi kendisinin ya da etrafındakilerin döndüğü hissine kapılır. Meniere hastalığına yakalanan kişide ise vertigo belirtilerinin yanı sıra kulak çınlaması ya da işitme kaybı da görülür.

- İşitme ve denge kaybına neden olan rahatsızlıkları araştırıp sınıfınızda sunmak üzere bir sunu hazırlayınız.

ETKİNLİK

 30 dk.

Etkinliğin Adı: Duymayan Kalmasın!

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: İşitme engelli bireylerin sorunlarını araştırarak çözüm önerileri sunma.

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak etkinlik sorularını cevaplayınız. Bireysel çalışma ya da grup çalışması olarak planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*



İşitme engelli küçük bir kız çocuğu, ailesiyle yeni bir şehre taşınır. Yeni komşuları küçük kızın mahalledeki diğer çocuklara gösterilen ilgiden mahrum kalmaması, kendini yalnız hissetmemesi için bir sosyal dayanışma örneği gösterir. Gencinden yaşlısına birçok komşu küçük kızla iletişim kurabilmek için işaret dili kursuna katılır. Bu durum onlara artık küçük kızı gördüklerinde ona "Günaydın" diyebilme, hatrını sorabilme, o gün ne kadar tatlı olduğunu söyleyebilme imkânını sağlar.

Gazete haberlerine yansıyan bu olayda olduğu gibi işaret dili öğrenmek, işitme engelli bireylerle iletişim kurmanın en temel yöntemlerinden biridir. Bu tür kurslar Halk Eğitim Merkezleri bünyesinde tüm vatandaşların katılımına açıktır. Bunun yanında işitme engelli bireylerin hayatını kolaylaştırmak adına işletmeler tarafından birçok uygulama sunulmaktadır. Örneğin bazı kurumların müşteri hizmetleri, işitme engelli müşterilerine yardımcı olmak adına görüntülü iletişim uygulamaları sunmaktadır. Engelli bireylere belirlenen kriterlere göre sağlık hizmetleri uygulamaları kapsamında biyonik kulak yöntemi sunulmaktadır. Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından 2005 yılında kabul edilen 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun ile engelli bireylerin hakları anayasal düzende koruma altına alınmıştır.

1. İşitme engelli bireylerin sosyal yaşantılarında karşılaştıkları güçlükler nelerdir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
2. İşitme cihazı ile biyonik kulak arasındaki farkları araştırınız. İşitme engellilerle ilgili güncel tedavi yöntemleri hakkında bir sunu hazırlayıp EBA'da paylaşınız.
3. Diğer duyu organları rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri araştırıp bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu EBA portfolyoda paylaşınız.
4. Çevrenizdeki işitme engelli bireylerin karşılaştığı sorunlara dikkat çekmek, sosyal farkındalık oluşturmak amacıyla arkadaşlarınızla grup çalışması yaparak proje, kamu spotu, broşür vb. hazırlayınız. Bunları okul, mahalle gibi yakın çevrenizde; uygun alanlarda ve sosyal medyada paylaşınız.

İşitme engelliler ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



1.6. DUYU ORGANLARININ SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Dış ortamla sürekli temas hâlinde olan deri birçok mikroorganizmayla ilk temas noktalarından biridir. El ve vücut temizliğine dikkat ederek mikroorganizmaların üremesi için elverişli ortamları ortadan kaldırmak gerekir. Derinin sağlıklı yapısını korumak için güneşin zararlı ışınlarından uzak durmak ve gerektiğinde cilt yapısıyla uyumlu koruyucu kremler kullanmak önemlidir. Ayrıca derinin pH ve nem dengesini koruyan, alerjik etki göstermeyen temizlik ürünleri kullanmak; derideki çizik ve yaraları dezenfekte etmek; havlu, tarak, tırnak makası gibi kişisel bakım ürünlerini ortak kullanmamak deri sağlığını koruyucu önlemlerdir.

Gözün sağlıklı yapısını korumak için uzun süre ve yakından televizyon, bilgisayar, telefon ve tablete bakmamak; kitap okurken, ders çalışırken, yazı yazarken ortamın uygun aydınlatılmasına dikkat etmek gerekir. Parlak ışık kaynaklarına çıplak gözle bakılmamalı, güneşli ve karlı havalarda fazla ışık yansımalarına karşı doktor tavsiyeli ve doğru güneş gözlükleri kullanılmalıdır.

Dilde iltihaplanma ve mantar oluşumu dilin sağlıklı yapısını bozar. Bunu önlemek ağız ve diş temizliğine dikkat etmekle mümkündür. Çok sıcak ve çok soğuk gıdaları tüketmemek, içeriği bilinmeyen ya da dile zarar verebilecek kimyasalların tadına bakmamak dilin sağlıklı yapısının korunması için önemlidir.

Burnu karıştırmamak, burun kıllarını koparmamak, içeriği bilinmeyen ve keskin kokulu maddeleri koklamamak burun sağlığını korumak için alınacak önlemlerden bazılarıdır.

Kulak sağlığını korumak için sivri uçlu cisimlerle ve pamuklu kulak çubukları ile kulak temizlenmemelidir. Enfeksiyon riskine karşı, havuz, deniz gibi sulu ortamlarda uzun süre kalmamak ve sudan çıktıktan sonra kulağın nemli kalmasını önlemek için kurulamak önemlidir. Yüksek sesli ortamlarda uzun süre kalmamak, kulaklıkla müzik dinlerken ses seviyesini doğru ayarlamak alınacak önlemler arasındadır.

ETKİNLİK  **20 dk.**

Etkinliğin Adı: Temizlik Yaşamımı Ne Kadar Etkiliyor? **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: Duyu organlarının sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlere ilişkin çıkarımlar yapabilme.

Yönerge : *Aşağıdaki metinden yararlanarak etkinliği tamamlayınız.*

Kişisel temizliğe dikkat etmek sağlıklı yaşamın vazgeçilmez kurallarından biridir. Bazı deri, sindirim sistemi ve solunum yolu hastalıklarının önüne geçmek için kişisel temizliğe özen gösterilmelidir. Dünyayı etkileyen Yeni Koronavirüs hastalığında (COVID-19) olduğu gibi birçok salgın hastalıkta da temizliğin önemi yadsınamaz. Pandemide "Maske-Mesafe-Temizlik" sloganıyla yaşam alanlarının temizliği ve kişisel temizliğin önemi vurgulanmıştır. Çoğu üst solunum yolu enfeksiyonunda olduğu gibi COVID-19'un bulaşma nedenlerinden biri de hasta bireylerle aynı ortamda bulunarak onların ortama yaydıkları damlacıkları solumaktır. Bu damlacıklar ortamdaki eşyaların yüzeyine yapışarak uzun süre ortamı kirli tutabilir. Kirlenmiş yüzeylere dokunulduktan sonra ellerin göz, burun veya ağızla teması mikroorganizmaların vücuda alınmasına neden olur. COVID-19'un en sık görülen ateş, öksürük ve nefes darlığı belirtileri yanında tat ve koku kaybı da yaygın olarak görülür. Temizlik kurallarına yeterince uyulmaması ya da kuralların ihmal edilmesi buna benzer birçok hastalığa yakalanma riskini artırır.

1. El temizliğinde dikkat edilmesi gereken noktaları ve uygulama süresini arkadaşlarınıza göstererek anlatınız.

2. COVID-19 örneğinde olduğu gibi duyu organlarının işlevini bozan hastalıkları araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak iki hastalık hakkında hastalığın sebebi, hangi duyuyu etkilediği, genel seyri ve tedavisi konularını açıklayan bir infografik hazırlayarak sınıfta, okul panosunda ya da EBA portfolyoda paylaşınız.

Aşağıdaki doğru yanlış sorusunu cevaplayınız. Hormonlarla ilgili verilen bilgiler doğru ise "D" yanlış ise "Y" olarak işaretleyiniz. Yanlış olan bilginin doğrusunu karşısındaki kutucuğa yazınız.

1.

	D / Y	YANLIŞ İSE DOĞRUSU
a) Kalsitonin hormonu, kalsiyumun böbreklerden kana emilimini artırır.		
b) Oksitosin hormonu, doğum sırasında rahim kaslarının kasılmasını ve süt salınımını düzenler.		
c) Adrenalin hormonu; korku, heyecan gibi durumlarda kalp atışını hızlandırır.		
ç) Kortizol hormonu, kandaki sodyum, potasyum gibi minerallerin miktarını düzenler.		

Aşağıdaki eşleştirme sorusunu cevaplayınız. Eşleştirme dışı kalan beyin bölümünün görevini E satırındaki boşluğa yazınız.

2.

A	Duyu, hafıza, öğrenme merkezleri bulunur.	......	Omurilik soğanı
B	Görme ve işitme refleksleri ile kas tonusunu ayarlar.	......	Hipotalamus
C	Dengeli kas faaliyetlerinin gerçekleşmesini sağlar.	......	Talamus
Ç	Hayati öneme sahip organların çalışmasını yönetir.	......	Uç beyin
D	Kan basıncı, uyku, iştah ve su dengesini sağlar.	......	Beyincik
E	....	......	Orta beyin

Aşağıdaki boşluk doldurma sorusunu cevaplayınız.

3. Geri bildirim (feedback) mekanizmalarındaki boşluklara uygun bez ve hormonları yazınız.

a) Hipofiz bezi → .... → Adrenal Bezler → ....

b) Hipofiz bezi → TSH → .... → ....

c) Hipofiz bezi → .... → Testisler → Testosteron

ç) Hipofiz bezi → FSH → .... → Östrojen

d) Hipofiz bezi → .... → .... → Progesteron

4-11. açık uçlu soruların yanıtını boş bırakılan alana yazınız.

4. Ecem, karşı kaldırıma geçmek için yola adım attığı anda ani bir fren sesiyle irkilmiş ve sıçramıştır.

Buna göre Ecem'in olay sırasında sinir sistemi, duyu organları ve endokrin sisteminde meydana gelen değişimlerin neler olduğunu ve sistemlerin hangi sırayla çalıştığını açıklayınız.

....
....
....

5. Sağ eline iğne batan bir kişide uyarının alınmasından tepkinin oluşmasına kadar geçen sürede gerçekleşen refleks yayında görevli yapıları ve uyarının geçtiği omurilik bölümlerini sırasıyla yazınız.

....
....
....

6. Aşağıdaki örnekten yararlanarak verilen durumlarla ilgili homeostasinin sağlanması için vücutta ne tür düzenlemelerin yapıldığını, ilgili endokrin bez ve salgıladıkları hormonları belirterek açıklayınız.

Örnek homeostatik durum: Kandaki sodyum miktarının azalması durumunda adrenal bezlerin korteks kısmından aldosteron hormonu salgılanır. Aldosteron etkisiyle böbrek kanallarından sodyum geri emilimi sağlanır, kandaki sodyum seviyesi normal değerine ulaşır.

a) Kandaki su miktarının azalması (kanın osmotik basıncının artması) durumunda

....
....

b) Kandaki kalsiyum miktarının azalması durumunda

....
....

c) Kandaki glikoz seviyesinin normalin üstüne çıkması durumunda

....
....

7. Beyin ve omurilikteki ince zar ve örümceksi zar arasında bulunan beyin omurilik sıvısının (BOS) görevleri nelerdir?

....
....
....

8. Bir nöronda uyaranın şiddeti, frekansı ve süresi; nöronda iletilen impuls sayısını ve tepki şiddetini artırırken nöronda iletilen impuls hızını ve impulsun büyüklüğünü etkilemez.

Uyaranın şiddeti, frekansı ve süresinin tepki şiddetini artırma nedenlerini açıklayınız.

....
....
....

9. İki nöron arasındaki sinapslarda meydana gelen impuls iletimi sırasında gerçekleşen olaylar karışık olarak verilmiştir. Olayların gerçekleşme sırasını yazınız.

I. Nörotransmitter madde postsinaptik nöronun dendriti üzerindeki reseptöre bağlanır.
II. Akson ucundaki sinaptik keseciklerden nörotransmitter madde salgılanır.
III. İmpuls, presinaptik nöronun akson ucuna ulaşır.
IV. Nörotransmitter madde, presinaptik nöron tarafından geri emilir.
V. Postsinaptik nöronda sodyum iyonları hücre içine girer ve hücre depolarize olur.

....
....

10. Burun, koku alma ve dış solunum organıdır. Burun boşluğunun üst kısmının sağ ve solundaki koku reseptörlerinin bulunduğu bölgeye **sarı bölge** denir. Bir koku etrafa yayıldığında reseptörler mukusta çözünmüş koku molekülleriyle uyarılır.

Dil, ağız ve burunda bulunan kemoreseptörler tat ve koku duyularının algılanmasını sağlar. Koku ve tat duyusunun algılanabilmesi için moleküllerin bir sıvı içinde çözünmesi gerekir. Çözünen madde reseptörleri uyarır, impuls meydana gelir. Oluşan impulslar duyu sinirleriyle beyin kabuğundaki ilgili merkezlere ulaştırılır.

COVID-19 hastalığının boğaz ağrısı, öksürük gibi belirtilerinin yanı sıra koku ve tat alma duyusunda bozukluk gibi belirtileri de vardır. Tat ve koku almadaki sorunlar bazen kısa zamanda düzelebilirken bazen daha uzun sürebilir.

a) COVID-19 hastalığının koku ve tat almada görülen bu belirtilerinin nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

....

....

b) COVID-19'un hastalarda koku ve tat alma duyuları üzerindeki olumsuz etkisinin kısa ya da uzun sürmesinin nedenleri nelerdir? Açıklayınız.

....

....

11. Asetilkolin, otonom sinir sisteminin bir parçasıdır ve istirahatte olması gereken tüm aktiviteleri artırır. Vücudun beslenmeye, üremeye, dinlenmeye, sindirmeye hazır hâle gelmesine yardımcı olan asetilkolinin etkisi **kolinerjik aktivite** olarak bilinir. Eğer hücreden asetilkolin salınması engellenirse kolinerjik aktivite azalır.

Botulinum toksini (botoks) presinaptik nöronda asetilkolin taşıyan veziküllerin ekzositozunda görev alan polipeptitleri parçalar. Böylece kolinerjik aktiviteyi azaltarak botulizm adı verilen zehirlenme ve felç tablosu ortaya çıkar. Botulinum kan-beyin bariyerini geçemez. Botulinum toksininin rahatsızlıklara karşı ilk terapötik etkileri 1970'lerde gösterilmiştir. Günümüzde birçok rahatsızlığın tedavisinde kullanılmaktadır. Örneğin kasların aşırı aktif hâle gelerek adale sertliğine ve spazmlara neden olan spastisiteye karşı botulinum toksini kullanılır. Deneyimsiz kişiler tarafından estetik amaçlar için kullanımı güvenli bir uygulama değildir.

a) İmpuls, sinir hücrelerinde elektriksel ve kimyasal yolla iletilir. Botulinum toksini bu yollardan hangisini etkiler? Nedenini açıklayınız.

....

....

b) Asetilkolinin impuls iletim hızına etkisiyle aksonlardaki impuls iletim hızının arasındaki farklar nelerdir? Karşılaştırınız.

....

....

c) Botulinum uygulamasının deneyimsiz kişilerce yapılması neden güvenilir değildir? Açıklayınız.

....

....

ç) Botulinum toksini görme, işitme ve tatma görevini üstlenen duyu organlarının fonksiyonlarını neden etkilemez?

....

....

12-24. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

12. Nöronun yapısı ve görevleriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Nöron, sinir sisteminin yapı ve görev birimidir.

B) Miyelinli aksonların üzeri glia hücreleriyle kaplanarak yalıtılmıştır.

C) Nöron, hücre gövdesi ile gövdeden çıkan akson ve dendrit adı verilen uzantılara sahiptir.

D) Nöronda uyartı aksonlar aracılığıyla alınır, hücre gövdesi ve dendrite doğru ilerler.

E) Nöron, uyarılara karşı impuls oluşturarak efektör organlara yanıtı taşıyan özelleşmiş hücrelerdir.

13. Tabloda K, L, M ve N nöronlarına ait bazı özellikler gösterilmiştir.

Özellikler	**K**	**L**	**M**	**N**
Miyelin Kılıf	VAR	YOK	VAR	YOK
Akson Çapı	15 μM	5 μM	10 μM	10 μM

Bu tabloya göre aşağıdakilerden hangisinde K, L, M ve N nöronlarının uyartı iletim hızları hızlıdan yavaşa doğru sıralanmıştır?

A) M-K-N-L

B) K-M-N-L

C) L-N-M-K

D) K-M-L-N

E) L-M-N-K

14. Uyaranın

I. Frekansı
II. Etki süresi
III. Şiddeti

faktörlerinden hangileri impuls hızını ve impuls şiddetini etkilemediği hâlde tepki şiddetini artırır?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

15. Bir nöronun uyarılmasını sağlayan en düşük uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Bir sinir telinin eşik değer ve üzerindeki tüm uyarılara maksimum tepki vermesi, eşik değerden daha düşük uyarılara tepki vermemesine **ya hep ya hiç kuralı** denir. Çok sayıda sinir telinden oluşmuş bir sinir kordonu bu kurala uymaz.

Bu metne göre sinir demetinde uyartı oluşumu ve iletimi için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Sinir telinde çok sayıda nöron olduğu için verilen uyartının bütün nöronları uyarması beklenir.

B) Uyarı şiddetinin artması uyarılan nöron sayısına bağlı olarak tepki şiddetini artırır.

C) Verilen uyartı en üst düzeyde eşik değere sahip nöron uyarılıncaya kadar sinir demetinde uyartı oluşmaz.

D) Nöronlar sinir demeti içerisinde ya hep ya hiç kuralına uymaz.

E) Uyartı şiddetinin artması sinir demetinin uyardığı kasta tepki şiddetini değiştirmez.

16. Pişen bir yemeği koklayan bireyde kokunun alınmasından tepkinin oluşumuna kadar geçen süreçte

I. Reseptör
II. Duyu nöronu
III. Beyin kabuğu
IV. Efektör
V. Motor nöronu

yapılarının görev alma sıralaması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I - II - III - V - IV
B) I - III - IV - V - II
C) II - III - I - V - IV
D) II - IV - I - III - V
E) IV - III - II - I - V

17. Kulağın bölümleri arasında yer alan

I. Tulumcuk
II. Kesecik
III. Korti organı

yapılarından hangileri işitmeyle ilgilidir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

18. Duyu organlarının sağlıklı yapısına zarar veren

I. Güneşin zararlı ışınları
II. Virüs, bakteri gibi mikroorganizmalar
III. Sivri uçlu nesneler

faktörlerden hangileri birden fazla duyu organının sağlıklı yapısının bozulmasına neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

19. Gözlerin beyaz kısmı ve göz kapaklarının iç kısmını kaplayan ince şeffaf zara **konjuktiva** denir. Konjuktivanın iltihaplanmasına **konjuktivit** denilmektedir. Bu rahatsızlıkta gözler kızarır, gözde ağrı, kaşıntı, sulanma, çapaklanma görülür.

Gözde enfeksiyona yol açan mikroplar, bazı alerjik durumlar, genetik faktörler bu hastalığa yol açabilmektedir.

Buna göre

I. Hasta bireyin kullandığı havlu, yastık gibi malzemelerin ortak kullanılması
II. Ellerin sık sık yıkanması
III. Makyaj malzemelerinin ortak kullanılması

ifadelerinden hangileri enfeksiyon sonucu oluşan konjuktivitin sağlıklı bireylere bulaşmasına neden olabilir?

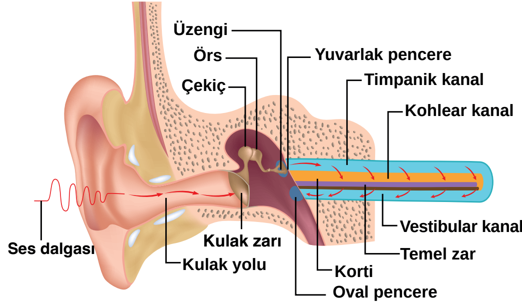
A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

20. Sadece duyu nöronu zarar görmüş bir kişide uyarı, duyu organından merkezî sinir sistemine iletilemez. Böyle bir kişinin eli yansa bile sıcaklığı hissetmez ancak elini oynatabilir. Elini oynatma hareketi uyarıların ara nöronlardan motor nöronlara ve motor nöronlardan kaslara iletilmesiyle gerçekleşir.

Bu metindeki duruma aşağıdakilerden hangisi örnek olarak verilebilir?

A) Botoks uygulaması
B) Felç
C) Genel anestezi
D) Lokal anestezi
E) Menenjit hastalığı

21. Aşağıdaki şekilde sesin algılanması olayı hatalı gösterilmiştir.



Sesin algılanması sırasında görev alan yapılar düşünüldüğünde şeklin doğru olabilmesi için hangi yapılar yer değiştirmelidir?

A) Oval pencere ile Yuvarlak pencere / Üzengi ile Örs

B) Oval pencere ile Yuvarlak pencere / Kohlear kanal ile Timpanik kanal

C) Üzengi ile Örs / Kohlear kanal ile Timpanik kanal

D) Oval pencere ile Yuvarlak pencere / Timpanik kanal ile Vestibular kanal

E) Üzengi ile Örs / Timpanik kanal ile Vestibular kanal

22. Dokunma organı olan deri ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Epitel doku ve temel bağ dokudan oluşur.

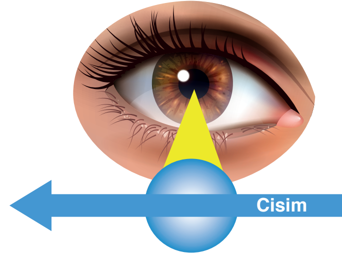
B) Duyu organı olmasının yanı sıra vücudu koruma görevi de vardır.

C) Vücut sıcaklığının ayarlanması ve boşaltım atıklarının atılmasında görev alır.

D) D vitaminini güneş ışığı yardımıyla sentezler.

E) Alt ve üst deri olmak üzere iki kısımdan oluşan derinin üst kısmı ölü hücrelerden oluşmuştur.

23. Aşağıdaki görselde mavi bir cismin gözün önünden geçtiği durum temsil edilmiştir.



Bu durumda

I. Cisimden yansıyan ışığı ilk koni reseptörleri algıladığı için cismin önce şekli algılanır.

II. Cisimden yansıyan ışığı ilk çubuk reseptörleri algıladığı için cismin önce rengi algılanır.

III. Cisimden yansıyan ışık ilk çubuk reseptörlere sonra koni reseptörlere geldiği için cismin önce şekli sonra rengi algılanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

24. Bazı hormonlar bütün vücut hücreleri üzerinde etkili olabilir. Bu hormonlara örnek olarak A hormonu verilebilir. Bazı hormonlar ise belirli bir organ üzerinde etkili olabilir. Bu hormonlara ise B örnek olarak verilebilir.

Bu metinde hormonlara örnek olarak verilen A ve B yerine aşağıdakilerden hangisi getirilebilir?

	A	B
A)	ACTH	TSH
B)	Oksitosin	ACTH
C)	Tiroksin	TSH
D)	ADH	Prolaktin
E)	İnsülin	Glukagon

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



2. BÖLÜM



İÇERİK

Anahtar Kavramlar

Eklem

Kas

Kemik

Kıkırdak

Tendon

DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ



BUZ BANYOSU KASLARA İYİ GELİR Mİ?

Yaygın olarak buz banyosu adıyla bilinen soğuk su terapisi, sporcuların müsabaka ya da antrenman sonrasında sıkça uyguladıkları toparlanma yöntemlerinden biridir. Yaklaşık on dakika süreyle 10-15 °C aralığındaki soğuk suya dalma uygulamasının kas onarımını artırdığı ve uzun vadede sportif performansı geliştirdiği iddia ediliyor.

Yoğun egzersizler sırasında bazı kasların fazlaca zorlanması sonucu hücre zedelenmeleri ve inflamasyon (yangı) oluşabilir. Hücre hasarıyla uyarılan dokularda sorunlu bölgeyi iyileştirmek ve güçlendirmek için hummalı bir çalışma başlar. Genellikle egzersizden sonraki 12-72 saat aralığında kas ağrıları ortaya çıkar. Buz banyosunun sıcaklığı ve uyguladığı basınçla hasarlı bölgedeki kan damarları büzülür. Bu sayede bölgeye yığılmaya başlayan akıntının önü kesilir ve hasarlı alandan uzaklaştırılması gereken laktik asit gibi maddelere de yol açılır. Böylece doku yıkımı ve şişlik miktarı azalır. Ek olarak buz banyosunun kalp atım hızını düzenlemeye de yardımcı olduğu belirtiliyor.

Egzersiz sonrası buz banyolarının rahatlatıcı ve ağrı azaltıcı etkisinin yanında sportif performansa yönelik etkisinin ölçüldüğü araştırmalar da bulunuyor. Örneğin bir araştırma grubu ağırlık kaldırma gibi kuvvet odaklı egzersizler yapan sporcuların düzenli buz banyosu yapmalarının performanslarına etkisini inceledi. Çalışmalar sonunda bu sporcularda güç artışı, kas kütlesi ve hücresel gelişim bakımından eksilme ya da baskılanma gerçekleştiği bulgularına ulaşıldı. Yürüyüş, koşu gibi dayanıklılık odaklı sporlarda ise buz banyosunun etkisi olumlu yöndedir. Yapılan bir araştırmada dayanıklılık sporları sırasında artan mitokondri etkinliğinin buz banyosu ile daha da arttığı görüldü.

(Düzenlenmiştir.)

Mesut Erol, Buz Banyosu Kaslara İyi Gelir mi?

HAZIRLIK SORULARI

1. **Spor ya da egzersiz yaptıktan sonraki birkaç gün devam eden kas ağrılarının nedeni ne olabilir? Açıklayınız.**
2. **Spordan ya da egzersizden sonra sıcak bir duş aldığınızda neler hissedersiniz? Açıklayınız.**
3. **Sıcak duş yerine buz banyosu yapsaydınız yaptığınız spor ya da egzersiz durumuna göre performansınızda ne gibi değişiklikler olurdu? Açıklayınız.**
4. **Sportif aktiviteler sırasında ani sakatlık durumlarında rahatsızlığın yaşandığı bölgeye buz koymaları ya da soğutucu sprey sıkmalarının nedeni ne olabilir? Açıklayınız.**

Bölümün sunu karekodu



2.1. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

Destek ve hareket sistemi; kemik, kıkırdak, kas ve bağ dokularından oluşur. Destek ve hareket sistemi hareketi sağlama, vücuda destek olma, organları koruma, kaslara ve iç organlara bağlanma yüzeyi sağlama, bazı mineralleri depolama, kan hücrelerini üretme gibi görevleri yerine getirir. Yürümek, koşmak, konuşmak, yemek yemek gibi eylemler destek ve hareket sistemini oluşturan yapılar sayesinde gerçekleştirilir.

İSKELET SİSTEMİ

İskelet sistemi, kemik ve kıkırdak olmak üzere iki çeşit bağ dokudan oluşur. Embriyonik dönemin ikinci ayına kadar kıkırdak dokudan oluşan iskelet sistemi, yapısında kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat gibi tuzların birikmesiyle kemikleşmeye başlar. Yeni doğan bir bebekte yetişkin bir insana göre daha fazla sayıda kemik vardır. Ergenlik döneminin sonuna kadar ayrı durumdaki kemiklerin kaynaşması ile toplam kemik sayısı 206'ya düşer. Yetişkin bir insanın eklem bölgelerinde, burunda ve kulak kepçesindeki kıkırdak doku kalıcılığını sürdürür.

İskelet sistemi; vücuda şeklini verir, kas ve bağ dokudan oluşmuş yapılara tutunma yüzeyi oluşturur. Bir kaldıraç gibi görev yaparak hareketin ortaya çıkmasında rol oynar. İç organların korunması ve tutunmalarına yardımcı olur. Mineral deposudur. Kan hücrelerinin üretildiği yerdir.

KEMİK DOKU

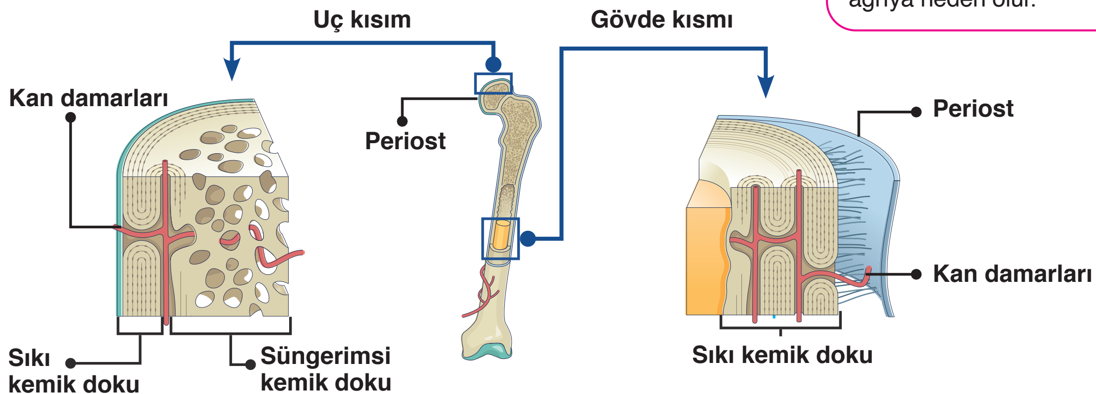
Kemik dokunun hücrelerine **osteosit**, ara maddesine **osein** adı verilir. Osteosit hücreleri kemik dokuda bulunan **lakün** adı verilen boşluklarda bulunur. Lakünlere yerleşmiş osteositler ince uzantılarla birbirleriyle bağlantılıdır. Ara madde oseinin yapısında kolajen lifler, kalsiyum bileşikleri, potasyum, fosfor, magnezyum, florür, sodyum, demir gibi elementler bulunur.

Kemik doku sert ve esnek bir yapıdadır. Kemik dokuya sertlik kazandıran yapılar kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat tuzlarıdır, esneklik veren ise kolajen liflerdir. Çocuklarda kemikler daha esnektir. Yaş ilerledikçe kemik dokudaki organik madde miktarı azalır, kalsiyum tuzlarının miktarı ise artar. Bu durum, kemikteki sertliği ve kırılganlığı artırır. Ayrıca kemik doku içerisinde sinir hücreleri ve kan damarları da bulunur.

Kemiklerin dış kısmını saran zara **periost** adı verilir. Periost, içerdiği bol miktarda kan damarı ve sinir sayesinde kemiğin enine büyümesini ve kırıkların onarılmasını sağlar. Kemikler doku yapılarına göre **sıkı kemik doku** ve **süngerimsi kemik doku** olarak ikiye ayrılır. Bir kemiğin doku yapısı kemiğin konumuna ve işlevine bağlıdır. Ancak çoğu kemikte hem sıkı hem de süngerimsi kemik doku bulunur. Örneğin uzun kemiklerin uç kısımlarında süngerimsi kemik, gövdelerinde ise sıkı kemik doku daha yoğun olarak bulunur (Görsel 1.50).

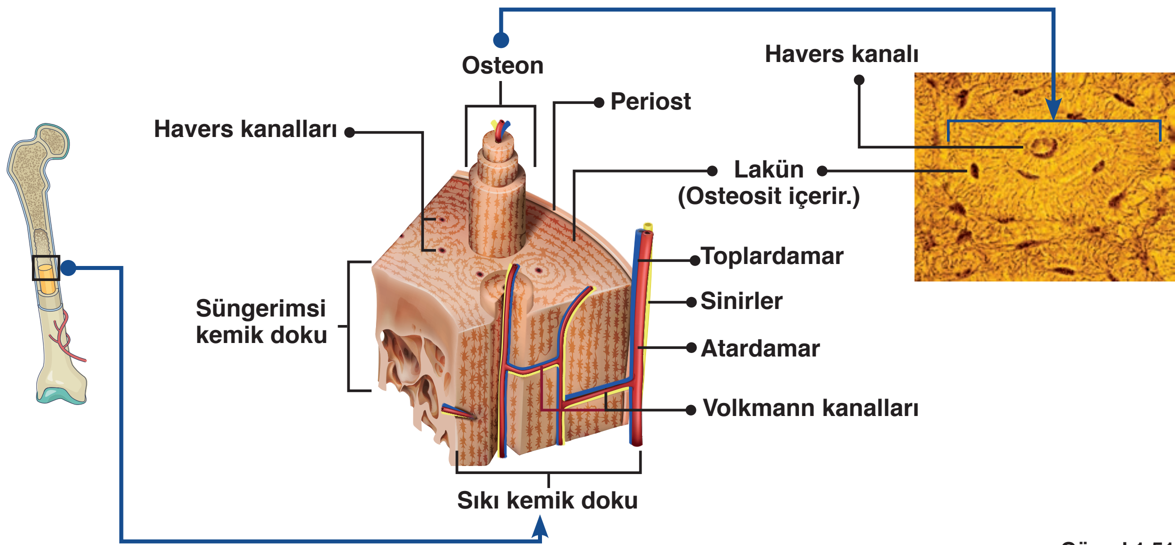
MERAKLISINA

Periostta bol miktarda kan damarı ve sinir bulunduğundan kemiğin ağrıya duyarlı esas bölümü bu kısımdır. Kemik içinde oluşan bir tümör, enfeksiyon, ödem veya kemik kırığı gibi periost bütünlüğünü bozan her durum kemiklerde ağrıya neden olur.



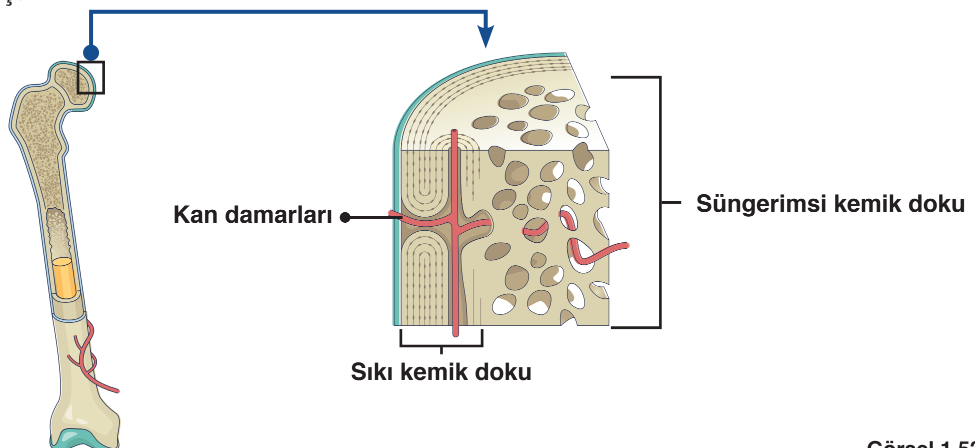
Görsel 1.50
Uzun kemiklerdeki kemik doku çeşitleri

Sıkı kemik doku: Düzenli bir yapıya sahiptir. Ara maddesinde yoğun bir şekilde kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat tuzlarını bulundurduğundan sert ve sıkıdır. Sıkı kemik dokunun yapısı **osteon** adı verilen yapıların bir araya gelmesi sonucu oluşur. Osteonlar, **Havers** *(Heyvırs)* **kanalları** etrafında dairesel olarak yerleşmiş kemik tabakalardan ve bu tabakaların arasında **lakün** adı verilen boşluklara yerleşmiş osteositlerden oluşur. Havers kanalında sinir hücreleri ve kan damarları bulunur. Atardamarlar kemik dokunun ihtiyacı olan oksijen ve besinleri kemik dokuya taşır. Kemik dokuda oluşan atık maddeler de toplardamarlarla doku dışına taşınır. Osteonların merkezindeki Havers kanallarını birbirine bağlayan yan kanallara **Volkmann** (*Volkmen*) **kanalı** adı verilir. Osteonlar birbirinden **yapışma hattı** olarak bilinen sınırlarla ayrılır. Yapışma hatları çatlakların duraklama eğilimine girmesine neden olur. Bu durum kemiklerin kırılmaya karşı dayanıklı olmasını sağlar. Görsel 1.51'de sıkı kemik doku yapısı gösterilmiştir.



Görsel 1.51
Sıkı kemik doku yapısı

Süngerimsi kemik doku: Gözenekli bir yapıya sahiptir. Küçük kemik plakalarının aralarında boşluk kalacak şekilde birbirine bağlanması sonucu oluşur. Süngerimsi kemik, içindeki çok sayıda boşluktan dolayı hafiftir. Kendi iç ağ örgüsü destekleyici bir sistem oluşturduğundan dayanıklıdır. Büyük baskılara dayanabilir. Süngerimsi kemik dokunun boşluklarında kırmızı kemik iliği bulunur. Kırmızı kemik iliği kan hücrelerinin üretimini sağlar. Sıkı kemik dokuda olan kanal sistemi süngerimsi kemik dokuda bulunmaz. Süngerimsi kemik doku; yassı ve kısa kemiklerin iç kısımlarında, uzun kemiklerin uç kısımlarında ve ilik kanalı çevresinde bulunur. Görsel 1.52'de süngerimsi kemik dokunun yapısı gösterilmiştir.

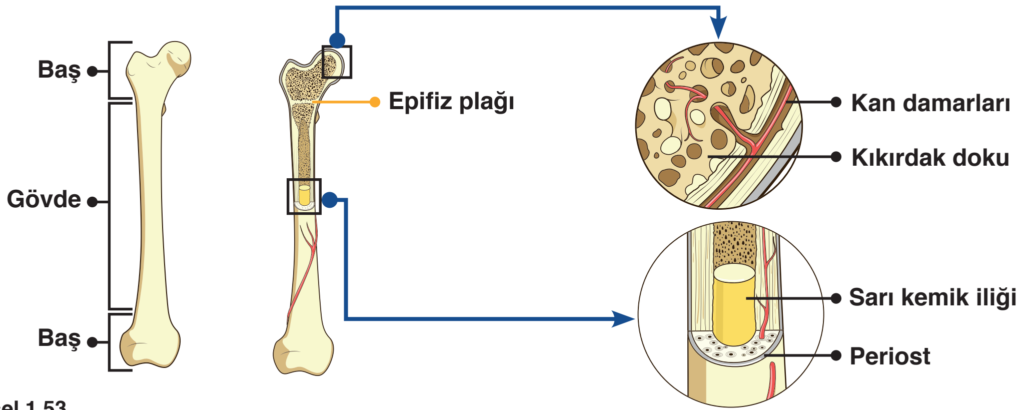


Görsel 1.52
Süngerimsi kemik doku yapısı

Şekillerine göre kemikler **uzun**, **kısa**, **yassı**, **düzensiz şekilli** kemikler olarak dört grupta incelenir.

Uzun kemikler: Boyları enlerine göre daha uzun olan kemiklerdir. Bacaklardaki baldır kemiği, kaval kemiği, uyluk kemiği; kollardaki pazu kemiği, ön kol kemiği, el ve ayak parmak kemikleri uzun kemiklere örnek olarak verilir. Uzun kemiklerin uç kısımları şişkindir ve **baş** olarak isimlendirilir, baş kısımlarının arasında kalan bölgeye ise **gövde** denir.

Uzun kemiklerin baş kısımlarında periosttan sonra sıkı kemik doku ve onun altında süngerimsi kemik doku bulunur. Gövde büyük ölçüde sıkı kemik dokudan oluşur, ortasındaki boşlukta ise **sarı kemik iliği** yer alır. Sarı kemik iliği sadece uzun kemiklerde bulunur ve bol miktarda yağ içerir. İhtiyaç hâlinde kırmızı kemik iliğine dönüşerek kan hücrelerinin üretimine yardımcı olur. Ayrıca uzun kemiklerin baş kısmında kıkırdak dokudan oluşmuş **epifiz plağı** vardır. Bu plak ergenlik dönemi sonuna kadar kemiklerin boyca uzamasını sağlar. Ergenlik dönemi sonunda kemikleşir ve boyca uzama durur. Büyüyen iskeletin röntgen fotoğrafları ile hangi epifiz plaklarının kıkırdak doku hangilerinin kemik doku hâlinde olduğu tespit edilerek gelişim dönemindeki bir bireyin “kemik yaşı”nı tayin etmek mümkündür. Epifiz plaklarındaki kıkırdak dokunun kemikleşmesi ile kemiklerin uzunlamasına büyümesi olanaksız hâle gelse de enine büyüme devam edebilir. Görsel 1.53’te uzun kemiğin yapısı gösterilmiştir.

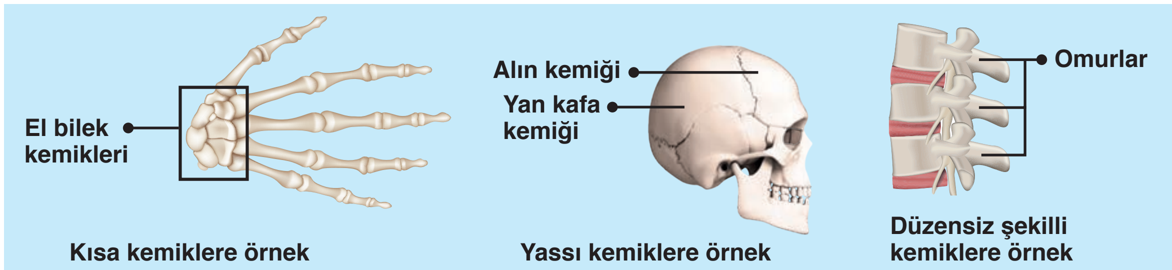


Görsel 1.53
Uzun kemiğin yapısı

Kısa kemik: Uzunlukları, genişlikleri ve kalınlıkları birbirine yakın olan kemiklerdir. Kısa kemikler dıştan periostla çevrilidir. Periostun altında sıkı kemik doku onun altında süngerimsi kemik doku bulunur. Süngerimsi kemik dokuda kırmızı kemik iliği bulunur. Kısa kemiklerde kemik kanalı yoktur. El bilek ve ayak bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir.

Yassı kemikler: Boyu ve genişliği kalınlığından fazla olan yassı ve ince kemiklerdir. Yassı kemiklerin dış yüzeyini çevreleyen periostun altında sıkı kemik doku ve onun altında süngerimsi kemik doku bulunur. Kafatası kemikleri, kaburga kemikleri, kalça kemiği, kürek kemiği yassı kemiklere örnektir.

Düzensiz şekilli kemikler: Belirli bir şekli olmayan kemiklerdir. Kasların tutunmasını sağlayan çıkıntıları bulunur. Baskılara dayanıklı ve sağlam kemiklerdir. Yapısı temel olarak kısa ve yassı kemiklere benzer. Çene kemikleri ve omurlar düzensiz şekilli kemiklerdir. Görsel 1.54’te kısa, yassı ve düzensiz şekilli kemiklere örnek verilmiştir.



Görsel 1.54
Kısa, yassı ve düzensiz şekilli kemiklere örnek

ETKİNLİK

40 dk.

Etkinliğin Adı: Kemiklerin Yapısı ve Çeşitleri — **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: İskelet sistemini oluşturan kemiklerin yapısını ve çeşitlerini açıklayabilme.

Araç ve Gereçler

- Diseksiyon küveti
- Düz ve kıvrık pens
- Diseksiyon iğne seti
- Kıl testere
- Stereo mikroskop / Büyüteç
- İskelet maketi
- Kasaptan temin edilecek kemik çeşitleri
- Lateks cerrahi eldiven
- Güvenlik gözlüğü
- Bisturi
- Maşa
- Anatomi atlası

Güvenlik Önlemleri



1. Yönerge: *Aşağıdaki basamakları takip ederek planlanan etkinliği gerçekleştiriniz.*

a) Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini alarak laboratuvar önlüğünüzü giyiniz ve eldivenlerinizi takınız.

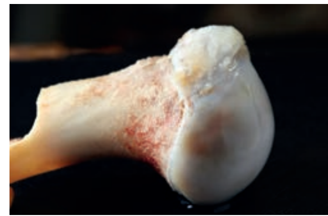
b) Uzun kemiklerin baş ve gövdesini kasaptan kesimini yaptırarak temin ediniz. Eğer kesilmemiş kemikler alınmışsa öğretmeninizden yardım alarak uygun yerlerinden ve fazla zedelemeden diseksiyon küvetinde kesiniz.

c) İncelediğiniz kemiklerin baş ve gövde kısımlarını stereo mikroskop ya da büyüteç kullanarak inceleyiniz.

ç) İncelediğiniz sıkı ve süngerimsi doku kısımlarını kitabınızdaki görsellerle karşılaştırıp defterinize çiziniz.

d) Varsa farklı kemik çeşitlerini inceleyerek hangi dokuları gördüğünüzü, incelediğiniz kemiklerin ne tür bir kemik çeşidine sahip olduğunu arkadaşlarınızla paylaşınız. İskelet maketindeki kemiklerle benzerliklerini tespit ediniz.



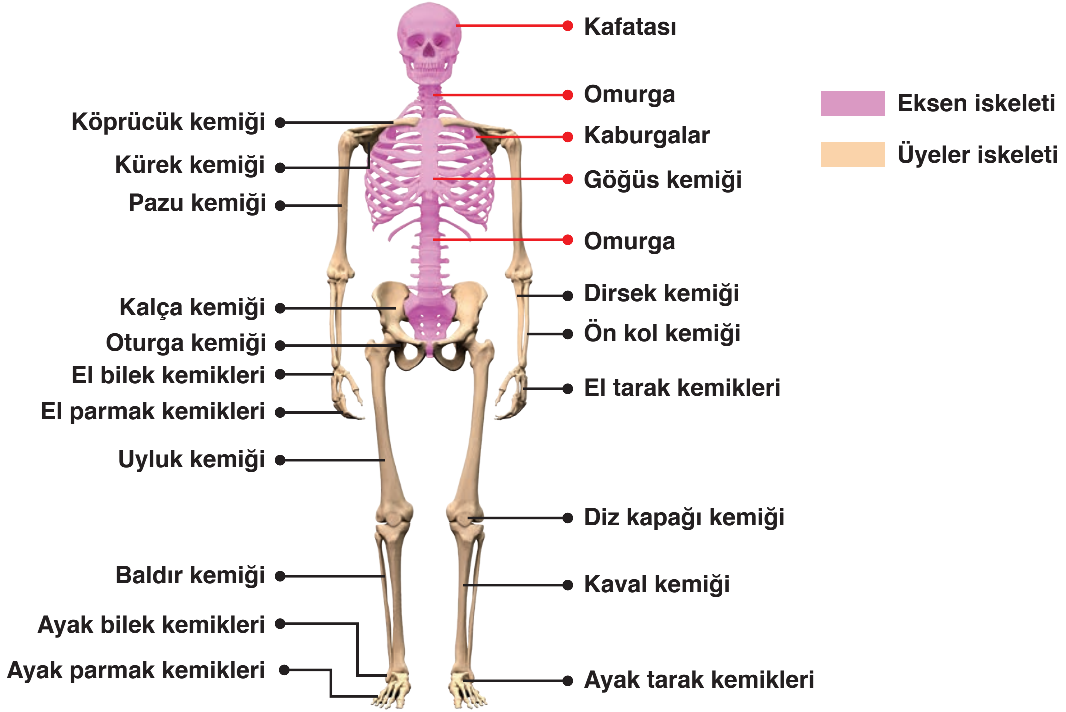


2. Yönerge: *Aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

1. Getirmiş olduğunuz küçükbaş (keçi, koyun) hayvan kemikleri ile bir model üzerindeki insan kemiklerini karşılaştırdığınızda aralarındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Açıklayınız.

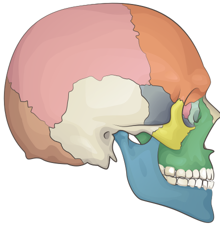
2. İskelet maketi ya da 3D anatomi atlası uygulamalarından yararlanarak vücuttaki kemiklerin yerlerini göstererek görevlerini ve çeşitlerini açıklayınız.

Yetişkin bir insan iskeleti, **eksen iskeleti** ve **üyeler iskeleti** olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Toplam 206 kemikten oluşur. Eksen iskeleti vücudun eksenini veya gövdeyi destekleyen iskelettir. Üyeler iskeleti ise kol ve bacak kemikleri ile omuz ve kalça kemerlerinden oluşur. Görsel 1.55'te eksen ve üyeler iskeleti kemikleri gösterilmiştir.



Görsel 1.55
Eksen ve üyeler iskeleti kemikleri

Eksen iskeleti, vücudun kabaca eksenini oluşturan iskelet yapısıdır. Eksen iskeleti; baş, omurga ve göğüs iskeleti bölümlerinden olmak üzere toplam 80 kemikten oluşur.



Görsel 1.56
Baş iskeleti kemikleri

Baş iskeleti**;** kafatası, yüz kemikleri, orta kulakta yer alan kemikler ve hyoid kemik olmak üzere toplam 29 kemikten oluşur. Hyoid kemik (dil kemiği) boynun ön tarafına yerleşmiş at nalı şeklinde bir kemiktir. Diğer kemiklerden farklı olarak iskeletteki başka herhangi bir kemikle eklem yapmaz. Dolayısıyla kafatası iskeletine dâhil olmayan ayrı bir baş iskelet kemiğidir. Baş iskeletinde sadece alt çene kemiği hareketlidir. Görsel 1.56'da baş iskeleti kemikleri gösterilmiştir.

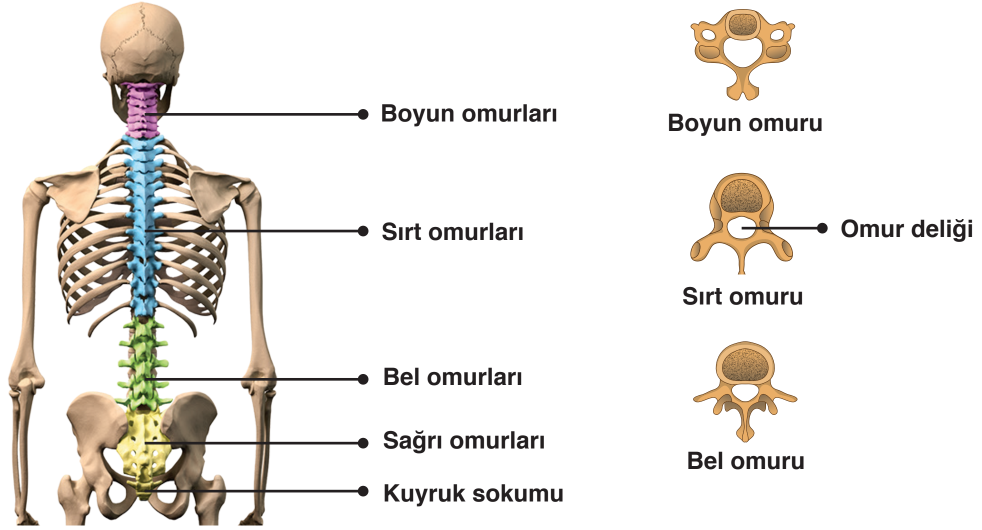
MERAKLISINA

Kafatası ve burun boşluğunun arkasında genellikle 8 adet olmak üzere içi hava dolu sinüs boşlukları bulunur. Burun içini döşeyen mukoza sinüslere kadar uzanır. Bu mukozadan her gün bir miktar salgı üretilir ve üretilen bu salgı burnun içinden genize doğru akar. Sinüsleri döşeyen mukozada virüsler, bakteriler, mantarlar ya da alerjik etmenlerle iltihap oluşabilir. Bu duruma **sinüzit** denir. Sinüzit; burun tıkanıklığı, koku alamama, ateş, öksürük ve baş ağrısına neden olabilir.

Omurga; vücudun ağırlığını taşır, omuriliği korur, başın hareketini ve dik durmasını sağlar, kaburga ve iç organlara bağlanma bölgesi oluşturur. Omurga toplam 26 kemikten oluşur ve boyundan kuyruk sokumuna kadar uzanır. Omurgayı oluşturan bu kemiklere **omur** denir. Omurlar üst üste sıralandığında içlerindeki delik sayesinde bir kanal yapısı oluşur. Bu kanalda omurilik bulunur. Omurlar arasında kıkırdak dokudan oluşmuş diskler vardır.

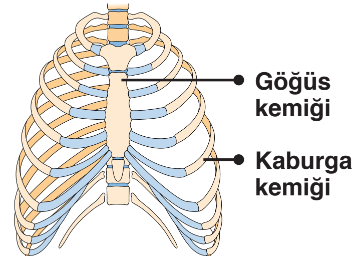
Omurlar yapı ve işlevleri bakımından boyun omurları, sırt omurları, bel omurları, sağrı omurları ve kuyruk sokumu omurları olarak beş bölümde incelenir. Boyun omurları yedi tanedir. Birinci boyun omuruna **atlas** ikincisine **eksen** adı verilir. Bu iki omurun arasında kıkırdak disk bulunmaz.

Sırt omurları on iki tanedir ve kaburgaların bağlandığı omurlardır. Her bir sırt omuruna bir çift kaburga bağlanır. Bel omurları beş tanedir. Vücudun ağırlığının taşınmasında önemli role sahip olan bu omurlar diğer omurlara göre daha büyüktür. Sağrı omurları çocuklarda beş ayrı omurdan oluşurken ergenlikte birleşerek tek bir yapı hâline gelir. Tepe kısmı aşağıya doğru dönmüş bir piramide benzetilebilir. Kuyruk sokumu omurları da çocukluk döneminde üç ile beş arası sayıya sahipken ergenlikte birleşerek tek bir omur hâline döner. İçeriye doğru kıvrılan ince bir uçla sonlanır. Görsel 1.57'de omurga ve bölümleri gösterilmiştir.



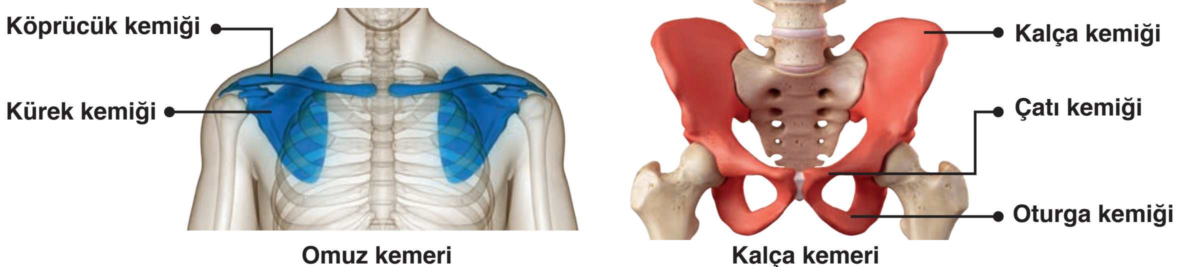
Görsel 1.57
Omurga ve bölümleri

Göğüs iskeleti, kaburgalar ve göğüs kemiği olmak üzere toplam 25 kemikten oluşur (Görsel 1.58). Sırt omurlarına bağlanan kaburgaların ilk yedi çifti vücudun ön tarafında ayrı ayrı göğüs kemiğine bağlanır. Sonraki üç çift, birbiriyle birleşerek yedinci çift kaburgaya bağlanır. Kalan son iki çift kaburganın uçları göğüs kasları arasında serbesttir. Bu kaburgalara **yüzücü kaburgalar** denir. Kaburgaların göğüs kemiğine bağlandığı bölgelerde kıkırdak doku yer alır. Bu sayede göğüs kafesi esneklik kazanır. Kaburga göğüs bölgesindeki organları korur, destekler ve soluk alıp vermeyi sağlar.



Görsel 1.58
Göğüs iskeleti

Üyeler iskeleti; kol ve bacak kemikleri, omuz kemeri ve kalça kemeri olmak üzere toplam 126 kemikten oluşur. Kol kemikleri; pazu, dirsek, ön kol, el bilek, el tarak ve el parmak kemiklerinden oluşurken bacak kemikleri ise uyluk, diz kapağı, baldır, kaval, ayak bilek, ayak tarak ve ayak parmak kemiklerinden oluşur. Köprücük ve kürek kemiği omuz kemerini oluşturur. Oturga, çatı ve kalça kemikleri ise kalça kemerini oluşturur. Görsel 1.59'da omuz ve kalça kemeri gösterilmiştir. Omuz kemerine kollar, kalça kemerine bacaklar eklemle bağlanır.



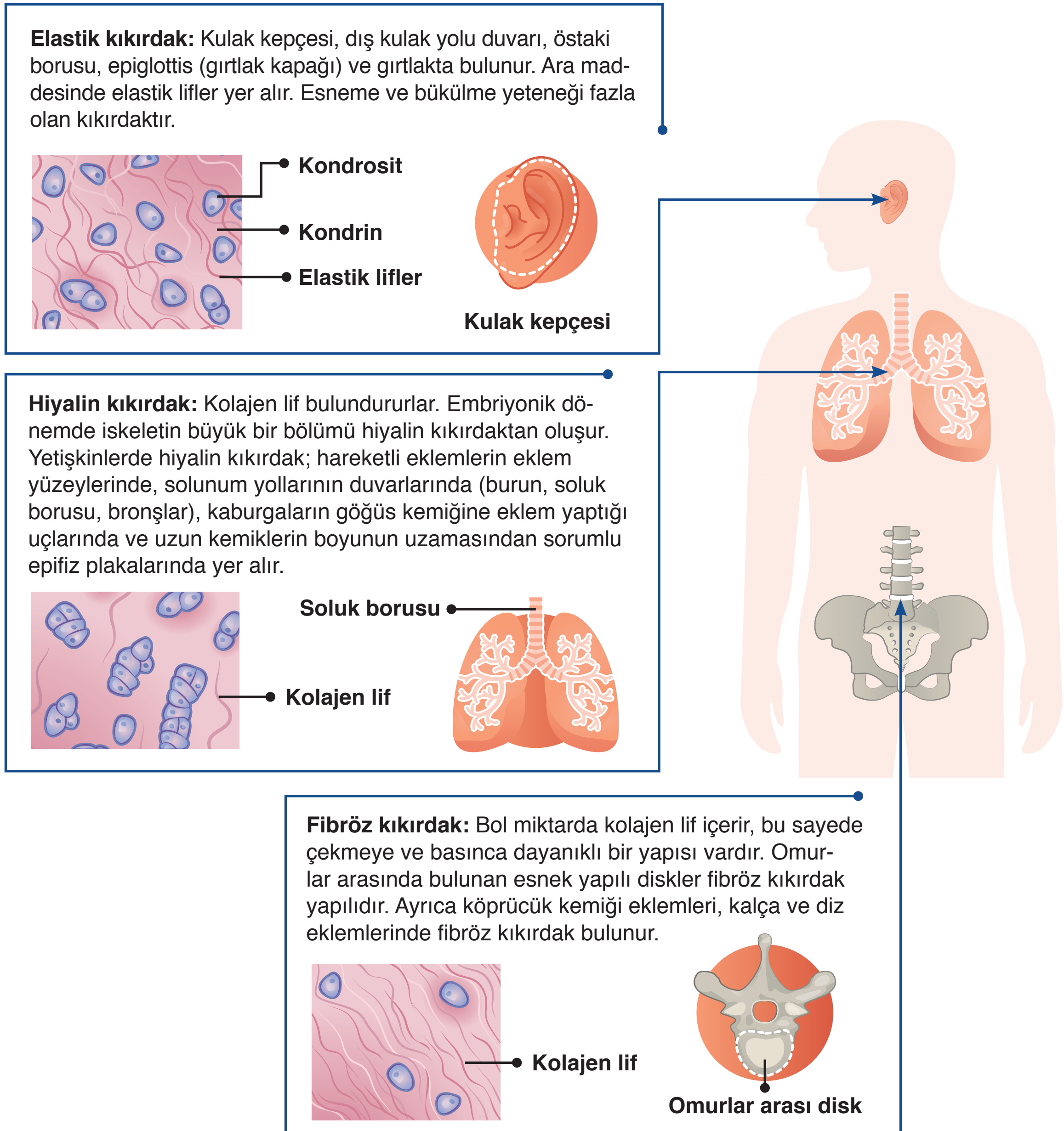
Görsel 1.59
Omuz ve kalça kemeri

KIKIRDAK DOKU

Kıkırdak hücreleri ve bu hücrelerin salgıladığı ara maddelerden oluşur. Kıkırdak hücresine **kondrosit**, ara maddesine **kondrin** denir. Ara maddede kolajen lifler ve diğer protein lifler bulunur. Kıkırdak doku, ara maddesi jel şeklinde olduğu için kemik dokudan daha esnektir.

Kıkırdak doku; sağlamlığı, dayanıklılığı ile baskı ve gerilimleri engeller. Kıkırdak dokunun bir diğer görevi de yumuşak dokuyu desteklemektir. Kıkırdağın düzgün yüzeyli, dirençli ve esnek oluşu; eklemlerde oluşan darbeleri emer ve kaygan yüzeyleri ile kemik hareketlerini kolaylaştırır. Kıkırdak dokuda kan damarı bulunmaz. Bu nedenle kıkırdak dokuda meydana gelen hasarların onarımı uzun sürer. Kıkırdak dokunun etrafını saran bağ dokuda kan damarları bulunur. Kan damarlarından salınan maddelerin difüzyonu ile kıkırdak doku beslenir.

Kıkırdak doku kondrinde bulundurduğu protein liflerin yoğunluğuna göre elastik, hiyalin ve fibröz kıkırdak olarak üçe ayrılır. Görsel 1.60'ta kıkırdak doku çeşitleri açıklamalarıyla gösterilmiştir.



Görsel 1.60
Kıkırdak doku çeşitleri

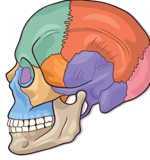
EKLEMLER

İskeleti oluşturan kemiklerin birbiri ile bağlantı yaptığı yerlere **eklem** denir. Eklem bölgeleri, kemikler arasındaki sürtünmeyi neredeyse ortadan kaldırır. Eklemler; oynar eklem, yarı oynar eklem ve oynamaz eklem olarak hareket şekillerine göre üçe ayrılır. Görsel 1.61'de eklem çeşitleri ve yapıları gösterilmiştir.

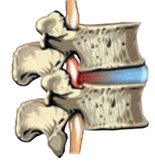
MERAKLISINA

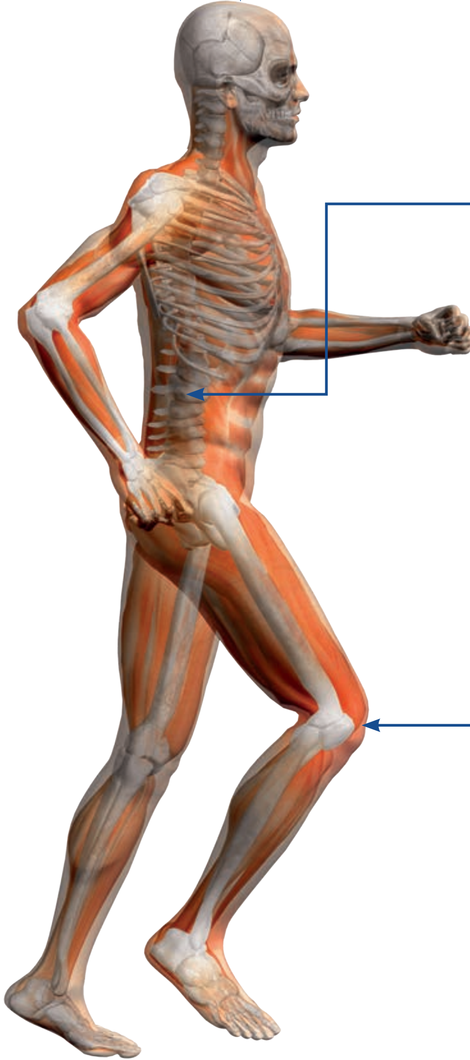
Oynar eklemlerde bulunan sinoviyal sıvının içinde oksijen, karbondioksit, azot gibi çözünmüş gazlar bulunur. Parmaklara bir kuvvet uygulandığında sinoviyal sıvı, içinde bulunan gazların oluşturduğu mikroskobik ölçekteki baloncukların bir kısmının patlaması ile yayılır. Böylelikle eklemin hacmi ve hareket kabiliyeti artar. Parmaklara baskı uygulanması sonucu çıkan sesin kaynağının sıvıyı terk eden ve böylece eklem kapsülünün biraz daha esnemesini sağlayan bu gaz baloncukları olduğu düşünülmektedir.

Oynamaz eklemler: Hareketsiz eklemlerdir. Bu eklemler birbirine girinti ve çıkıntılarla sıkı bir şekilde kenetlenmiştir. Sağrı ve kuyruk sokumu kemikleri ile kafatasını oluşturan kemikler (alt çene kemiği hariç) oynamaz eklemlerle bir araya gelmiştir.

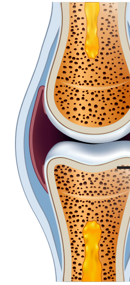


Yarı oynar eklem: Hareketleri sınırlıdır. Omurlar arasındaki eklemler yarı oynar eklemlerdir. Ancak boyun omurlarından atlas ve eksen omurları arasındaki eklem ise oynar eklemdir.





Oynar eklem: Hareketli eklemlerdir. Oynar eklemleri oluşturan kemiklerin uçları karşılıklı olarak birbiriyle uyumludur. İki kemik birbirine kapsül (eklem yüzeylerini ve eklem boşluğunu çevreleyen, bir arada tutan yapı) ve eklem bağları ile bağlanmıştır. Kemiklerin aşınmasını önlemek için eklem boşluğu sinoviyal adı verilen sıvı ile doludur. Eklemin kemik yüzleri hiyalin kıkırdak ile örtülüdür. Oynar eklemlerin etrafında aşırı hareketleri sınırlayan ve eklem kapsülünü koruyan ligamentler (kemikleri birbirine bağlayan bağ dokudan oluşmuş yapı) vardır. Eklem hareketini gerçekleştiren kaslar, eklemi oluşturan kemiklere yapışmadan önce bağ dokudan oluşan tendonlara dönüşür. Tendonlar da eklem yapısını destekler. Kapsül, ligamentler ve çevre kaslar aynı zamanda eklemin hareket yönünü de belirler. Oynar eklemler, kolda pazu kemiği ile ön kol kemiğinin; bacakta uyluk kemiği ile kaval kemiğinin ve parmak kemiklerinin arasında bulunur. Omuz, kalça, bilek ve alt çene de oynar eklemlere örnektir.



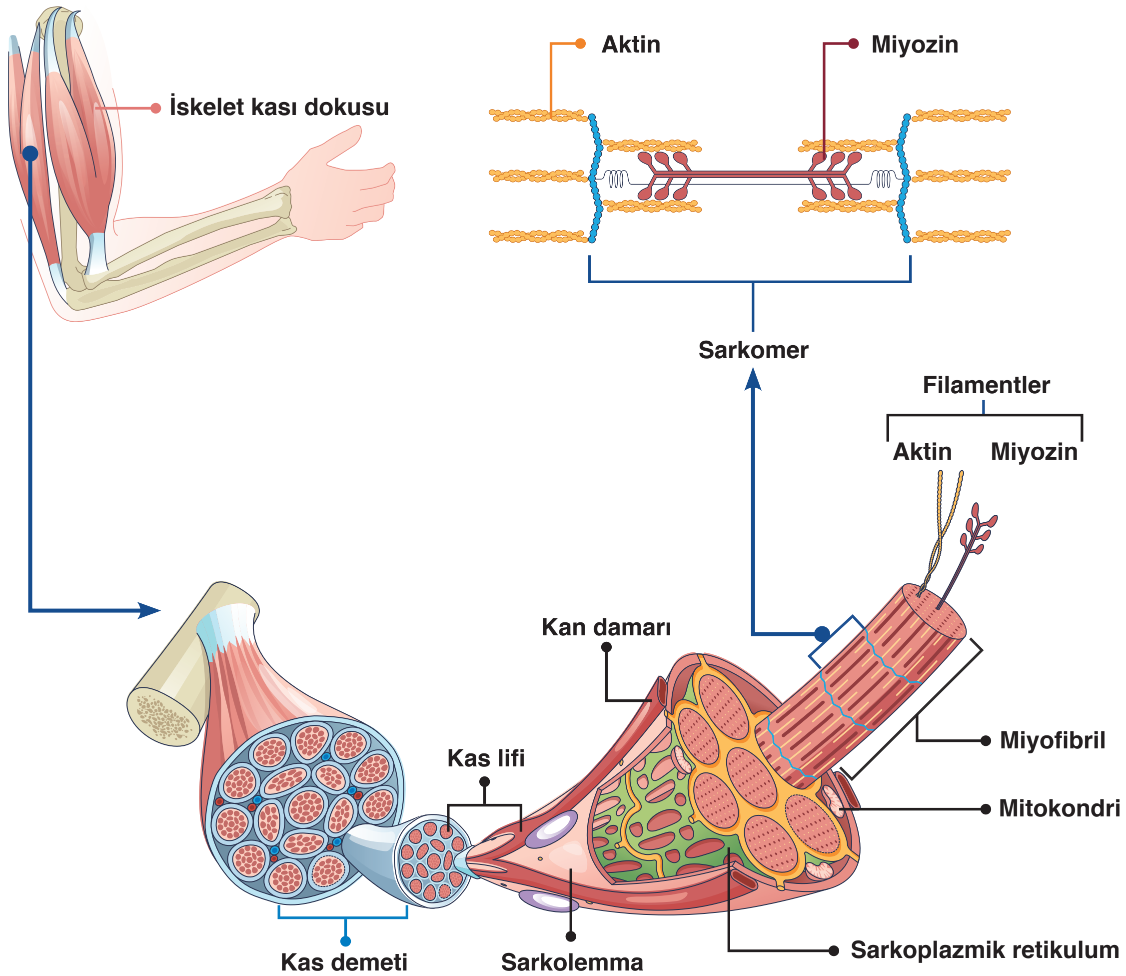
Görsel 1.61
Eklem çeşitleri ve yapıları

KAS SİSTEMİ

Vücudun toplam ağırlığının yaklaşık yarısını kas dokusu oluşturur. **İskelet kası**, **düz kas** ve **kalp kası** olmak üzere üç farklı kas çeşidi vardır. Kas çeşitleri içerisinde en büyük kütleye sahip olan iskelet kasları vücut ağırlığının yaklaşık %40'ını oluşturur.

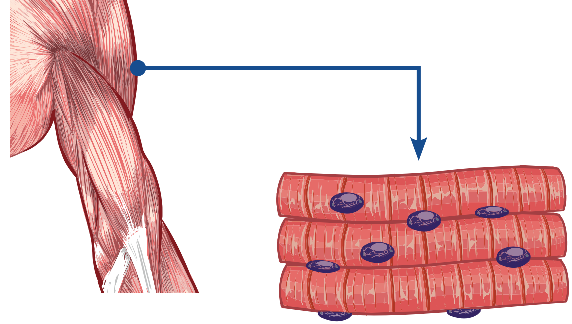
Kas doku; kemikler ve eklemlerle birlikte yürüme, koşma gibi yer değiştirme hareketlerini gerçekleştirir. Kemiklerin etrafını saran kaslar hareketin yanı sıra vücudun şeklini de oluşturur. İskelet kasları toplardamarlarda kanın ve lenf sıvısının hareketine yardımcı olur. İskelet kasının hareketleri sırasında aynı zamanda ısı da oluşur. Vücut ısısının yaklaşık %85'i kas hareketleri sırasında meydana gelir. Düz kaslar sindirim, boşaltım, üreme gibi sistemlerin hareketini sağlar. Kalp kası tüm vücuda kanı pompalar ve kan basıncını ayarlar.

Kas dokusunda yer alan kas liflerine **kas hücreleri** denir. Bu hücreler özelleşmiş hücrelerdir. Hücre zarına **sarkolemma**, plazmasına **sarkoplazma** ve endoplazmik retikulumuna **sarkoplazmik retikulum** adı verilir. Kas dokuda enerji ihtiyacı fazla olduğundan (düz kaslar hariç) kas hücrelerinde mitokondri sayısı fazladır. Kas hücrelerinin içerisinde hücrenin kasılıp gevşemesini sağlayan **aktin** ve **miyozin** proteinlerinden yapılmış filamentler vardır. Bu filamentler bir araya gelerek **miyofibrilleri** oluştururlar. Miyofibriller bir araya gelerek **kas liflerini**, kas lifleri de kası meydana getirir. İskelet kasının yapısında aktin ve miyozin filamentlerini içeren kasılma birimine **sarkomer** denir. Görsel 1.62'de iskelet kasının organizasyonu gösterilmiştir.



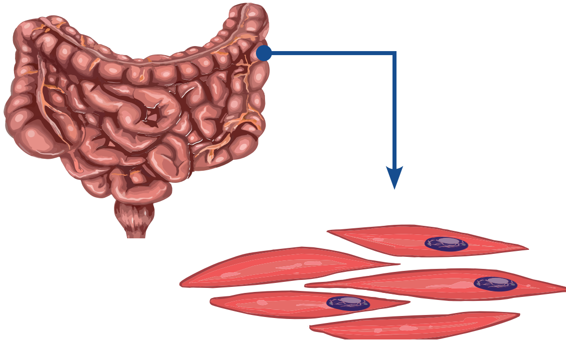
Görsel 1.62
İskelet kasının organizasyonu

İskelet kası: Vücutta en çok bulunan kas çeşididir. İskelete tutunan bu kaslar, kas boyunca uzanan kas liflerinden oluşmuştur (Görsel 1.63). Her bir lif tek bir hücredir. Kas hücreleri embriyonik dönemde çok sayıda hücrenin kaynaşması sonucu oluştuğundan fazla sayıda çekirdek içerir. İskelet kaslarının hareketi, merkezî sinir sistemi kontrolünde somatik sinirler tarafından düzenlenir. Bu nedenle istemli çalışan kaslardır. İskelet kası, aktin ve miyozin filamentlerinin dizilişinden dolayı mikroskop altında bir koyu bir açık bölge olacak şekilde enine çizgili görünür. İskelet kasına çizgili kas da denmesinin nedeni bu görünümüdür. Kas lifleri, oksijen depolayan ve demir içeren miyoglobin pigmenti içerdiğinden kırmızı renkte görülür. İskelet kasları istemli kasıldıklarından hızlı kasılır ancak çabuk yorulur.



Görsel 1.63
İskelet kası

Düz kaslar: Düz kas hücrelerinin görünümü mekik şeklindedir (Görsel 1.64). Mikroskopta incelendiğinde bantlaşma görülmediği için bu adı alır. Bantlaşmanın olmaması aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli bir sıralanışının olmamasından kaynaklanır. Düz kas hücreleri hücrenin ortasında yer alan tek bir çekirdeğe sahiptir. Düz kaslardan bazıları otonom sinir sistemi tarafından uyarılırken bazıları sinirlerden uyarı almadan gerilmeyle aksiyon potansiyeli oluşturabilir. Düz kaslar hormonların, sinirlerin ve fiziksel uyarıların etkisiyle kasılır. Vücutta en çok sindirim, dolaşım, solunum ve üreme sistemi organlarının yapısında bulunurlar. İskelet kasına göre yavaş kasılıp yavaş gevşerler ve geç yorulurlar.



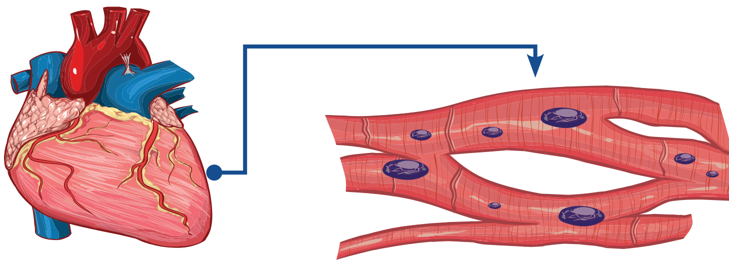
Görsel 1.64
Düz kas

Kalp kası: Sadece kalpte bulunur (Görsel 1.65). Silindirik hücre yapısı dallanma gösterir. Genellikle tek çekirdeklidir. Kalp kası hücrelerindeki mitokondri sayısı oldukça fazladır. Kalp kası hücreleri, iskelet kasındaki birleşik hücreler gibi kaynaşmak yerine uzantıları arasında kompleks bağlantılar oluşturur. Kalp kası hücreleri çoğunlukla dallanır ve komşu hücrelerin oluşturduğu dallara tutunur. Bu şekilde kalp, sıkı bir örgü demeti hâlinde düzenlenmiş olan hücrelerden meydana gelir ve kalp karıncıklarını derinlemesine etkileyen tipik kasılma dalgasının oluşumu sağlanır.

Kalp kası hücreleri, yapılarında bulunan aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli diziliminden dolayı mikroskop altında çizgili bir görünüme sahiptir. Kalp kası bu özelliği ile iskelet kasına benzer ve hızlı kasılır. Kalp kasının çalışması düz kaslarda olduğu gibi otonom sinir sistemi tarafından düzenlenir. Ayrıca kalp kası hücreleri otonom sinir sisteminden impuls almadan da kasılıp gevşeyebilir.

MERAKLISINA

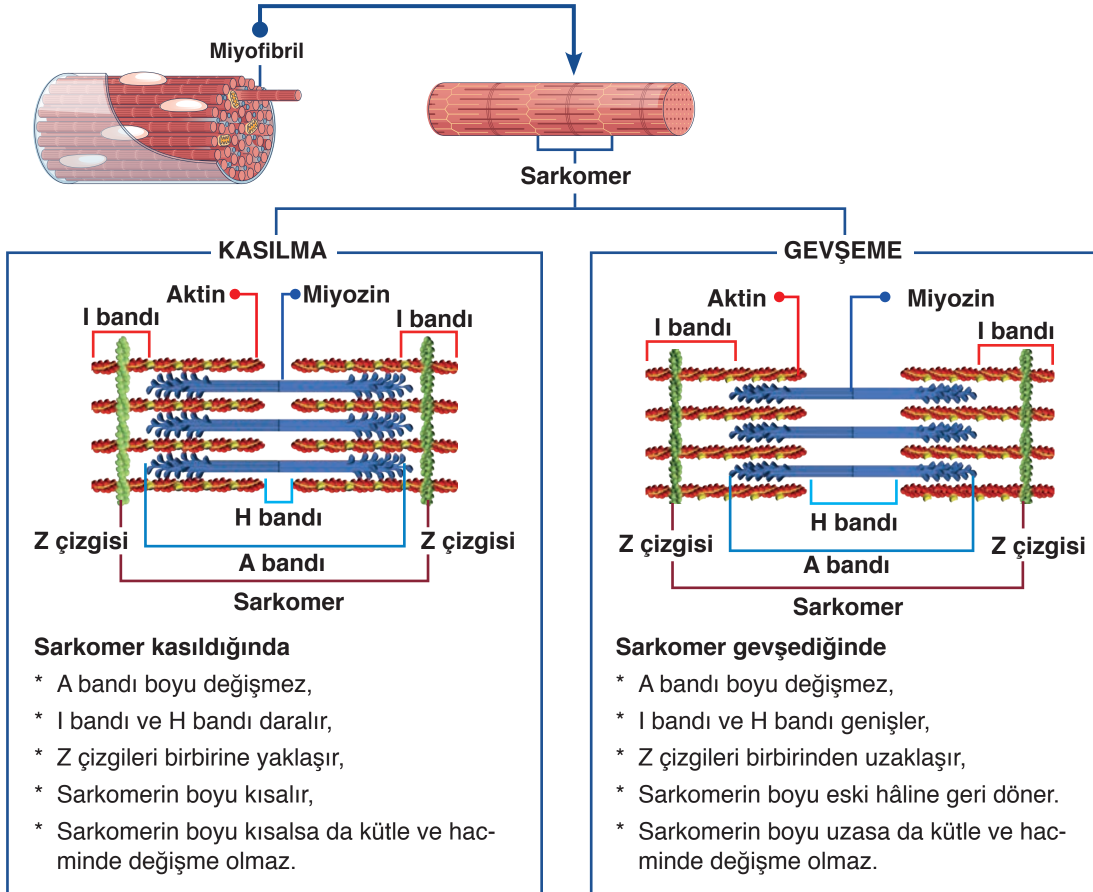
İskelet kasından farklı olarak kalp kası kendi otoritmik kas lifleri tarafından uyarılıp kendiliğinden kasılır. Bir motor nöronun uyarısına ihtiyaç duymaz. Kalp kasında mitokondrilerin fazla olması kalbin çalışması için ihtiyaç duyduğu enerji açısından büyük ölçüde oksijenli solunuma bağlı olduğunu gösterir. Kalp kası egzersiz sırasında iskelet kasları tarafından üretilen laktik asidi de kullanabilir.



Görsel 1.65
Kalp kası

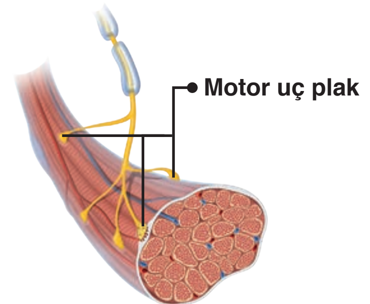
İSKELET KASININ KASILMA MEKANİZMASI

İskelet kası hücrelerindeki aktin ve miyozin filamentleri miyofibrilde açık ve koyu bantlar oluşturacak şekilde düzenli bir dizilim gösterir. Açık renkli görülen bantlarının ortasındaki çizgiye **Z çizgisi** denir. İki Z çizgisi arasında kalan bölgeye **sarkomer** adı verilir. Kasılma birimi olan sarkomerdeki ince yapılı aktin filamentler Z çizgisinde birbirine bağlanarak sarkomerin merkezine doğru uzanır. Kalın olan miyozin filamentler ise sarkomerin merkezinde sıralanarak birbirine tutunur. Sarkomerin yapısı incelendiğinde sadece aktin filamentlerinden oluşan bölgeye **I bandı**, aktin ve miyozin filamentlerinden oluşan bölgeye **A bandı**, A bandının ortasında sadece miyozin filamentlerinden oluşan bölgeye de **H bandı** adı verilir. Kasın kasılması, günümüzde de kabul gören **kayan filament modeliyle** açıklanır. Görsel 1.66'da sarkomerin kasılma ve gevşemesinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir.



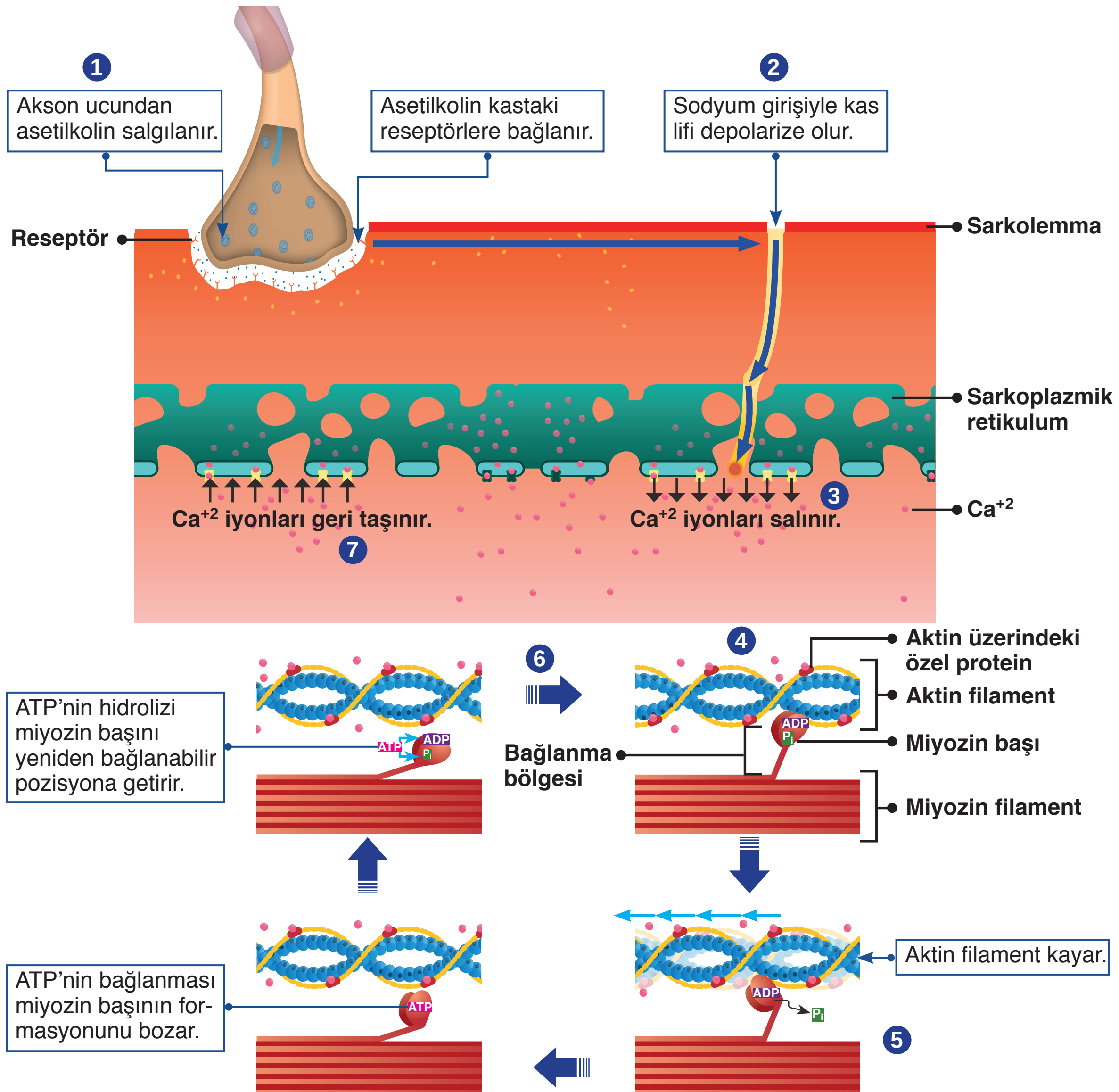
Görsel 1.66
Sarkomerde kasılma ve gevşeme sırasında meydana gelen değişimler

İskelet kasının kasılmasını somatik sinir sisteminden gelen uyartılar başlatır. Somatik sinir sistemine ait miyelinli sinir hücreleri, kas lifleri ile bağlantılıdır. Her kas lifi (hücre), onu kontrol eden motor sinirle sinaps yapar. Ancak her motor sinir, tipik olarak birçok kas lifiyle sinaps yapar. Bir motor sinir ve kontrol ettiği tüm lifler, motor birimi oluşturur. Bir motor nöron aksiyon potansiyeli ürettiği zaman; onun motor birimi içerisindeki tüm kas lifleri, bir grup olarak kasılır. Ortaya çıkan kasılmanın gücü, motor nöronun kaç tane kas lifini kontrol ettiğine bağlıdır. Motor sinirin kas hücresine bağlandığı bölgelerde miyelin kılıf yoktur. Bu bağlantı yerlerine **motor uç plak** adı verilir (Görsel 1.67).



Görsel 1.67
Motor uç plak

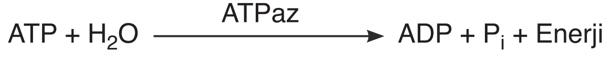
Görsel 1.68'de iskelet kasının kasılma ve gevşeme mekanizması gösterilmiştir. İmpuls motor uç plağa geldiğinde nörondan asetilkolin nörotransmitterinin salgılanmasını sağlar ❶. Asetilkolinler sarkolemma üzerindeki Na^+ kanallarının açılmasını sağlayarak hücre içine çok sayıda Na^+ iyonunun girmesine neden olur ❷. Böylece kas hücresi depolarize olur. Hücre içinde uyarı sarkoplazmik retikuluma ulaştığında sarkoplazmik retikulumda depolanan Ca^{+2} iyonları sarkoplazmaya salınır ❸. Sarkoplazmada derişimi artan Ca^{+2} iyonları sarkomerde aktin filamentinin üzerinde bulunan özel proteine bağlanır. Ca^{+2} iyonlarının özel proteine bağlanması şekil ve konumunda değişiklik meydana getirir. Bu değişiklik aktin filamenti üzerinde miyozinin bağlanacağı miyozin bağlanma bölgelerinin açığa çıkmasını sağlar ❹. Miyozin başında ATP'nin hidrolizi sonucu açığa çıkan enerji, miyozin başının aktin filamentine bağlanmasını ve aktin filamentlerin sarkomerin merkezine doğru kayarak hareket etmesini sağlar ❺. Böylece kas kasılır. Miyozin başına yeni bir ATP molekülünün bağlanması ile miyozin başı formasyonunu kaybeder ve aktini bırakır. Ca^{+2} iyonlarının yeterli miktarda olmasıyla miyozin bağlanma bölgeleri açık kalır ve ATP olduğu müddetçe bu döngü devam eder ❻. İmpuls sonlandığında Ca^{+2} iyonları aktif taşıma ile tekrar sarkoplazmik retikuluma taşınır ❼. Ca^{+2} derişiminin azalmasına bağlı olarak aktin üzerindeki özel protein kompleksinden Ca^{+2} iyonlarının ayrılması, miyozinin aktine bağlandığı bölgenin de kapanmasını sağlar. Böylece kas gevşer.



Görsel 1.68
İskelet kasının kasılma ve gevşeme mekanizması

KASLARDA ENERJİ METABOLİZMASI

Kaslar kasılmaları sırasında öncelikle hücrede hazır olan ATP'leri tüketir. Sayıca az olan bu ATP'ler çok kısa sürede tükenir.



İskelet ve kalp kaslarında ihtiyaç duyulan ATP miktarı fazla olduğundan hücrede hazır olan ATP yeterli gelmez. Anlık ATP ihtiyacı **kreatin fosfat** moleküllerinden karşılanır. Hücre kreatin fosfat molekülünü parçalayarak açığa çıkardığı fosfat ile ADP'yi, ATP'ye dönüştürür.



Oluşan ATP'ler kas hücresinin yaklaşık 15 saniyelik ihtiyacını karşılar. Parçalanan kreatin fosfatlar kas gevşediğinde, dinlenme sırasında ters yönde bir tepkimeyle tekrar oluşur.

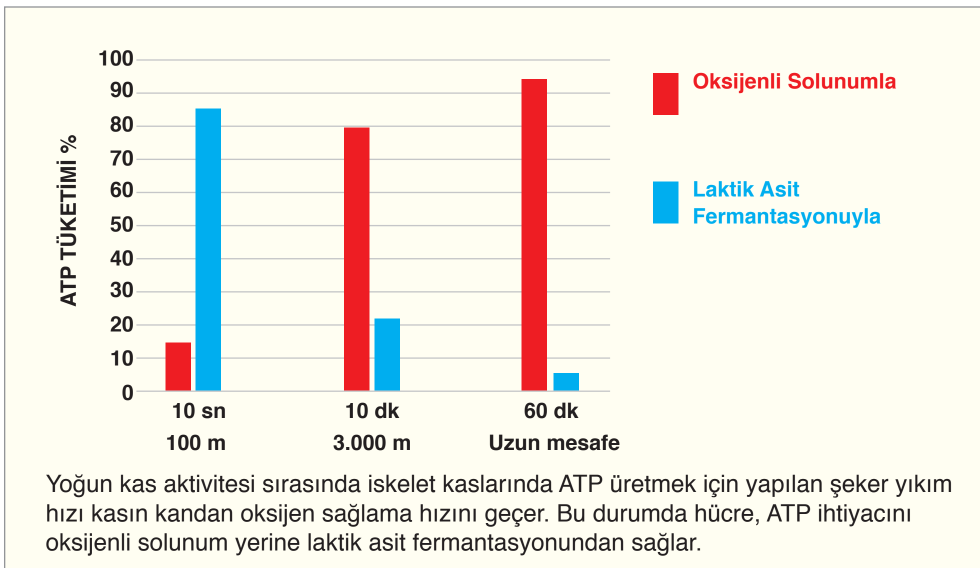


Üretilen enerjinin kasların kasılıp gevşemesine yeterli gelmediği durumlarda hücrede depolanan glikojen molekülü parçalanır ve glikozlara dönüştürülür. Glikoz hücrede **oksijenli solunum** ya da **laktik asit fermantasyonunda** kullanılarak ATP üretimi gerçekleştirilir.





Laktik asit fermantasyonunda oksijenli solunuma göre ATP üretimi kısa sürede gerçekleşir ancak üretilen ATP miktarı çok düşüktür. Laktik asit fermantasyonu ve oksijenli solunum yolu ile hücrede üretilen ATP miktarı kas faaliyetine göre değişiklik gösterir. Oksijen azlığında kısa süreli kuvvetli kas faaliyetlerinde kullanılan enerjinin büyük bölümü laktik asit fermantasyonundan sağlanır. Kas faaliyetinin süresi uzadıkça kullanılan enerjinin büyük bölümü oksijenli solunumla sağlanmaktadır. Kasta biriken laktik asit karaciğere taşınarak burada piruvata dönüştürülür ve solunumda tekrar kullanılır. Grafik 1.2'de kas faaliyeti ve enerji sağlama arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Grafik 1.2: *Kas faaliyeti ve enerji sağlama arasındaki ilişki*

KENDİNİ GELİŞTİR

11. sınıf öğrencisi Teoman'a doktoru destek ve hareket sisteminin gelişimdeki rolü üzerinde açıklamalarda bulunur ve sistemin sağlığını koruyabilmesi için spor yapmasını tavsiye eder. Teoman, beden eğitimi öğretmeninin de teşvikiyle okul basketbol takımına girer. Takımıyla yaptığı bir saatlik antrenmanın sonunda bacak ve kol kaslarının çok yorulduğunu, ağrıdığını ve aldığı duştan sonra uykusunun geldiğini fark eder.

1. Antrenmandan sonra Teoman'ın kaslarının ağrımasının nedenleri nedir? Açıklayınız.

....

....

....

2. Teoman'ın antrenmandan sonra yorgunluk hissetmesi ve uykusunun gelmesinin nedeni neler olabilir? Açıklayınız.

....

....

....

3. Antrenman sırasında Teoman'ın kasları kasılma ve gevşeme için ATP enerjisine ihtiyaç duyar. Aşağıda verilen kasların kasılması sırasında artan, azalan ya da değişmeyen maddeleri tabloda uygun kutucuklara yerleştiriniz.

ATP	ADP	Kreatin fosfat	İnorganik fosfat	Glikojen	Glikoz	Laktik asit	Su
CO_2	Isı	Yağ asitleri	Amino asitler	Kreatin	Oksijen	ATPaz	

ARTAR	AZALIR	DEĞİŞMEZ

4. Aşağıda verilen kasların kasılması sırasında kısalan ya da değişmeyen maddeleri tabloda uygun kutucuklara yerleştiriniz.

Hacim	A bandı	Miyozin filamentinin boyu	I bandı
Kütle	H bandı	Aktin filamentinin boyu	Sarkomerin boyu

KISALIR	DEĞİŞMEZ

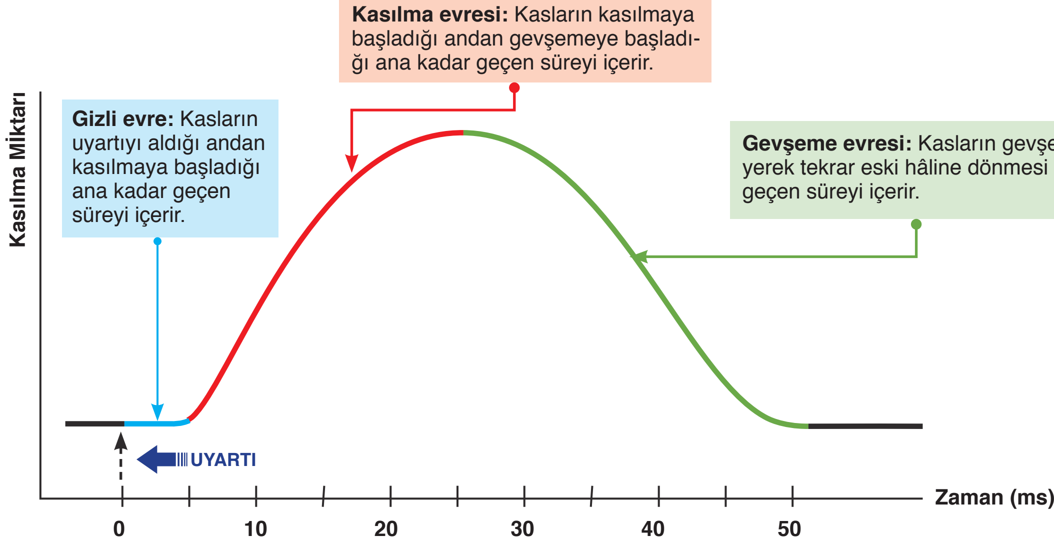
KASLARDA KASILMANIN KONTROLÜ

Çizgili kasların dinlenme durumunda hafif kasılı ve gergin kalma durumuna **kas tonusu** denir. Bu durum vücut duruşunda önemli bir etkiye sahiptir. Kas aksiyon potansiyeli ile kasılı olmasa da sinir hücrelerinden gelen düşük hızdaki impulslarla bir miktar kasılı tutulur. Kas tonusu bilincin açık olduğu zamanlarda vardır.

Bir kas, uyarı aldıktan sonra kasılması ve gevşemesi üç evrede gerçekleşir. Bu evreler sırasıyla gizli evre, kasılma evresi ve gevşeme evresidir. Grafik 1.3'te kasılma evreleri açıklanmıştır.

B12

Kasın kasılabilmesi için motor nörondan uyarı alması gerekir. Kasılmayı sağlayan minimum uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Kas hücreleri eşik değer ve üzerindeki uyarılara aynı şiddette karşılık verir. Bu duruma **ya hep ya hiç yasası** adı verilir.

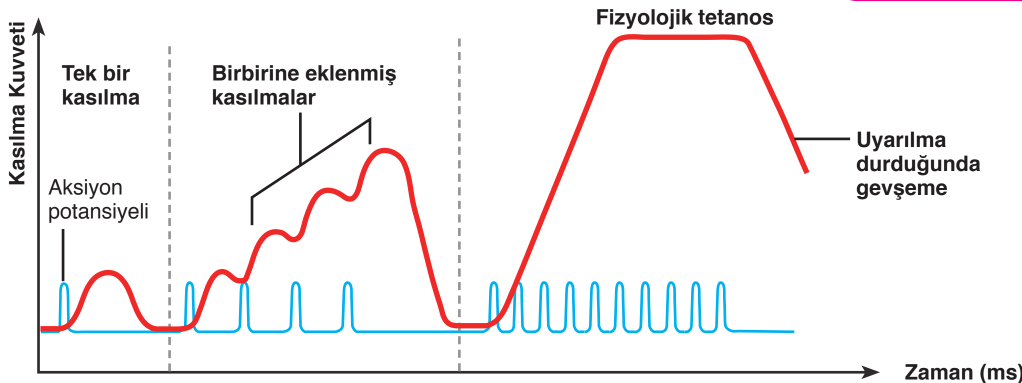


Grafik 1.3: *Kasılma evreleri*

Aksiyon potansiyelinin etkilediği motor birimlerin sayısının çok olması ya da uyarının sıklığı, daha çok kas telinin uyarılmasını ve kuvvetli kasılmayı sağlar. Bir kas telindeki tek bir aksiyon potansiyeli tek bir kasılmayı (seğirmeyi) tetikler. Kas lifi dinlenmeye geçemeden yeni uyarılarla kas teli tetiklenirse kasılmalar birbirine eklenir ve kas teli tarafından oluşturulan kasılma kuvveti artar. Uyarıların hızlı bir şekilde tekrarlanmasıyla kasın gevşeme evresine giremeden tekrar ve sürekli kasılması durumuna **fizyolojik tetanos** denir. Kramp ve spazmlar fizyolojik tetanosa örnek verilebilir. Grafik 1.4'te fizyolojik tetanos gösterilmiştir.

MERAKLISINA

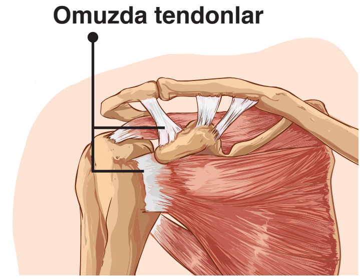
Ölüm sonrası kas hücrelerinde ATP miktarı azalmaya başlar. Bu nedenle miyozinin aktinle yapmış olduğu bağlantıların koparılmasına yetecek miktarda ATP olmadığından kaslar kasılı kalarak sertleşir. Bu durum **rigor mortis** (ölüm sertliği) olarak adlandırılır.



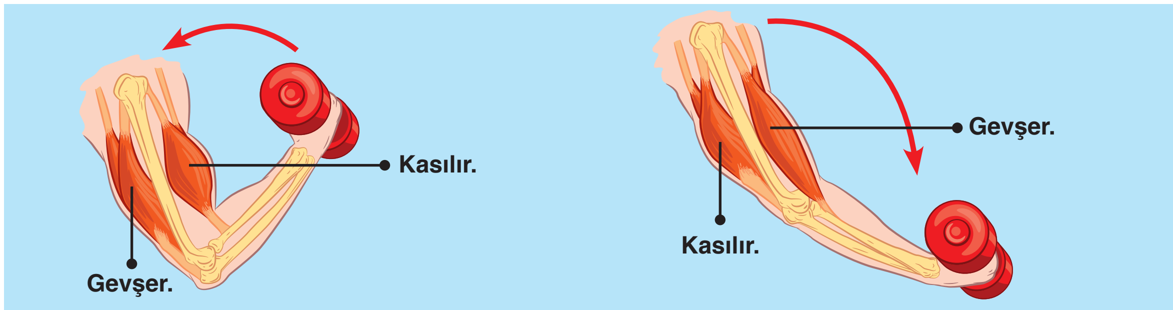
Grafik 1.4: *Fizyolojik tetanos*

KAS-İSKELET İLİŞKİSİ

Tendon, kasları kemiklere bağlayan güçlü bağ dokudur. Fiziksel gerilmelere karşı dayanıklıdır. Tendon gerilme sırasında boyca uzamaz ve kasılmaz. Tendonların işlevi kastan aldığı kuvveti kemiğe ileterek hareketin gerçekleşmesini sağlamaktır. Baldır kasını topuk kemiğine bağlayan aşil tendonu vücuttaki en büyük tendonlardan biridir. Görsel 1.69'da omuz kaslarında tendon yapıları gösterilmiştir. Hareketin gerçekleşmesi için kasların kasılarak güç yaratmaları gerekir. Vücut kısımlarının ileri geri hareketinin sağlanması için iskeletin aynı bölümüne bağlanmış iki kasa gereksinim duyulur. Aynı bölüme bağlı birbirine zıt yönde çalışarak hareketin gerçekleşmesini sağlayan kaslara **antagonist kas** denir. Kolun üst kısmında yer alan pazu kasları antagonist kaslara örnektir. Antagonist kasların biri kasılırken diğeri gevşer, böylece hızlı ve dengeli bir hareket sağlanır. Görsel 1.70'te antagonist kasların çalışma prensibi gösterilmiştir.



Görsel 1.69
Omuz kaslarındaki tendonlar



Görsel 1.70
Antagonist kas çiftinin çalışma prensibi

Antagonist kasların aksine aynı anda kasılıp aynı anda gevşeyen kaslara ise **sinerjist kaslar** denir. Birlikte çalışan sinerjist kaslar bir ekleme aynı yönde etki ederek aynı hareketin yapılmasını sağlar. Parmakları hareket ettirmeyi sağlayan el bileğindeki kaslar ile karın ve sırt bölgesindeki kaslar sinerjist kaslara örnektir.

KENDİNİ GELİŞTİR

Dirseğin yanal dirsek ucu bölgesindeki (lateral epikondil), el bileğini geriye doğru çeken kasları kemiğe bağlayan tendonda meydana gelen zedelenme ve yırtıklar **tenisçi dirseği** (lateral epikondilit) adı verilen rahatsızlığa neden olur. Tenisçiler gibi el ve el bileğinin aşırı kullanılması ya da bu bölgeyi tekrarlayan hareketlerle zorlayan bireylerde görülür. Genellikle 30-50 yaş aralığında sıklıkla görülür. Tesisatçılar, tamirciler, boyacılar, marangozlar gibi el ve bileklerini sık kullanan bireylerde daha yaygın gözlendiği rapor edilmektedir. Rahatsızlığın semptomları (belirtileri) dirsekte hassasiyet ve ağrı, el bileklerinin gerilmesi sırasında ya da bir cisim kaldırırken ağrı ve kuvvetsizlik hissedilmesidir. El ve el bileğini geriye çeken kasların aksine bükülmeyi sağlayan kasları dirseğin iç yüzeyine bağlayan tendonların zarar görmesi de **golfçü dirseği** (medial epikondilit) olarak adlandırılır.

1. Yukarıdaki metinde anlatılan tenisçi dirseği rahatsızlığının vücudun hangi bölgesinde meydana geldiğini 3D anatomi atlası uygulamalarından yararlanarak gösteriniz.

2. Tenisçi dirseği rahatsızlığını yaşayan bireyler ne tür işleri yapmakta zorlanır? Günlük yaşamdan örnekler vererek tartışınız.

3. Tenisçi dirseği rahatsızlığının önlenmesi ya da tedavisi için neler yapılmalıdır? Bir uzmandan yardım alarak bu rahatsızlığın tedavisinde uygulanan egzersiz hareketlerini gösteren bir broşür tasarlayınız. Hazırladığınız ürünü arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Günlük yaşam sırasında ihtiyaç duyulan hareketlerin yapılabilmesi destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısıyla ilişkilidir. Çeşitli nedenlerle bu sistemin sağlıklı yapısının bozulması yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Destek ve hareket sisteminde oluşabilecek rahatsızlıklara kırık, çıkık, burkulma, menisküs yırtığı ve eklem rahatsızlıkları örnek verilebilir.

KIRIK

Ani ve kuvvetli ya da sürekli bir biçimde küçük darbelerle kemik dokusunda meydana gelen ayrılmalar sonucu kemik bütünlüğünün bozulmasına **kırık** denir. Kemiğin kırılmasına neden olan darbe genellikle kemiği saran diğer dokulara da zarar verir. Yaş ağaç kırıkları, açık kırıklar, parçalı kırıklar, eklem içi kırıkları gibi kırık çeşitleri vardır. Kırık olan bölgede genellikle ağrı, şişlik (ödem) ve morarmanın yanı sıra şekil ve fonksiyon bozukluğu görülür. Kırığın olduğu uzuv hareket ettirilmemelidir. İlk yardım eğitimi almış bir kişi ya da uzman bir sağlık görevlisi tarafından tespit edilmelidir.

ÇIKIK

Kemiklerin eklem yerinden kalıcı biçimde ayrılmasına **çıkık** denir. Çıkık olan bölgede yoğun ağrı, şişlik, eklem bölgesinde bozukluk ve işlev kaybı görülür. Eklem bölgesindeki kemikler yerlerine yerleştirilmeye çalışılmamalıdır. En kısa sürede bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

BURKULMA

Zorlayıcı ya da kontrolsüz hareketler esnasında eklem yüzeylerinin anlık ve geçici olarak ayrılmasına **burkulma** denir. Burkulan bölgede ağrı, kızarıklık, şişlik ve işlev kaybı görülür. Bölgeye soğuk uygulama yapılarak semptomlar hafifletilebilir. En kısa zamanda bir uzman tarafından muayene edilmelidir. Spor yapmadan önce mutlaka eklemler ısınma hareketleriyle alıştırılmalıdır.

MENİSKÜS YIRTIĞI

Diz eklemindeki kemikler arasında bir yastık görevi gören özelleşmiş kıkırdak desteklerine **menisküs** denir. Menisküsler kemiklerin kıkırdak yüzlerinin sürtünmesini azaltıp ekleme gelen yükü dengeli bir şekilde dağıtarak eklemin hareketini kolaylaştırır. Fiziksel ve zorlayıcı hareketler ya da diz bölgesinde oluşabilecek ani darbeler menisküslerin zarar görmesine ve yırtılmasına neden olabilir. Menisküs yırtılmalarında bölgede ağrı ve hareketlerde kısıtlılık meydana gelir. Tedavi edilmezse kalıcı kıkırdak hasarı ve kireçlenme oluşabilir. Bu tür rahatsızlıkların genellikle spor yapanlara özgü olduğu düşünülse de her kesimden bireylerde görülebilir.

EKLEM RAHATSIZLIKLARI

Vücudun kol, bacak, boyun gibi hareket ettirilebilen kısımları bu hareketini eklemler sayesinde gerçekleştirir. Eklem rahatsızlıkları genellikle yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıksa da bazı travmalar sonucunda genç bireylerde de görülebilir. Eklem rahatsızlıklarından en yaygın olanı eklem romatizmasıdır. Halk arasında kireçlenme olarak bilinen bu rahatsızlık 65 yaş üstü bireylerde ve kadınlarda daha sık görülür. Eklem kıkırdağının altındaki kemik dokusu deforme olur, eklemlerin normal yapısı bozulur. Hareketlerde kısıtlanma ve ağrı görülür. En yaygın görülen başka bir eklem rahatsızlığı ise iltihaplı romatizma adı verilen romatoid artrittir. Otoimmün bir rahatsızlık olan romatoid artritte vücudun savunma hücreleri eklem dokusuna saldırır ve dokuyu tahrip eder. Hastalığın ilerlemesi eklemlerde ciddi ağrı ve deformasyon ile sakatlanmalara neden olurken başka doku ve sistemleri de etkileyebilir.

KENDİNİ GELİŞTİR

Destek ve hareket sistemi rahatsızlıklarından kırık, çıkık, burkulma, menisküs yırtığı ve eklem rahatsızlıklarının tedavilerinde izlenen yolları araştırınız. Araştırma sonuçlarınızdan yararlanarak bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.3. DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısının korunmasında kalıtım ve hormonların etkisinin yanında, dengeli beslenme ve fiziksel aktivite de oldukça önemlidir. Büyüme hormonu (somatotropin) kemik, kıkırdak ve kas gelişimini sağlar. Tiroksin hormonu büyüme, sinirsel gelişim ve kas gerginlik düzeyinde etkilidir. Kalsitonin ve parathormon, kan ve kemik dokudaki kalsiyum oranını düzenler. Östrojen hormonu kadınlarda ergenlikle birlikte boyun hızlı uzamasında etkilidir. Testosteron hormonu da erkeklerde kas gelişimi ve boyca büyümeyi sağlar.

Dengeli beslenme ve fiziksel aktivite kemiğin organik ve inorganik yapılarının yeterli düzeyde oluşmasını sağlar. Kas-iskelet sağlığı dört bileşen ile ifade edilir. Bunlar kaslar, kemikler, eklemler ve motor becerileridir. Sağlıklı yapıdan bahsedilirken kasların kütlesi, kuvveti ve dayanıklılığı; kemiklerin mineral yoğunluğu ve içeriği, eklemlerin hareket miktarı veya esnekliği, motor becerilerin koordinasyon ve dengedeki rolü, hareket hızı ve çeviklikteki rolü değerlendirilir.

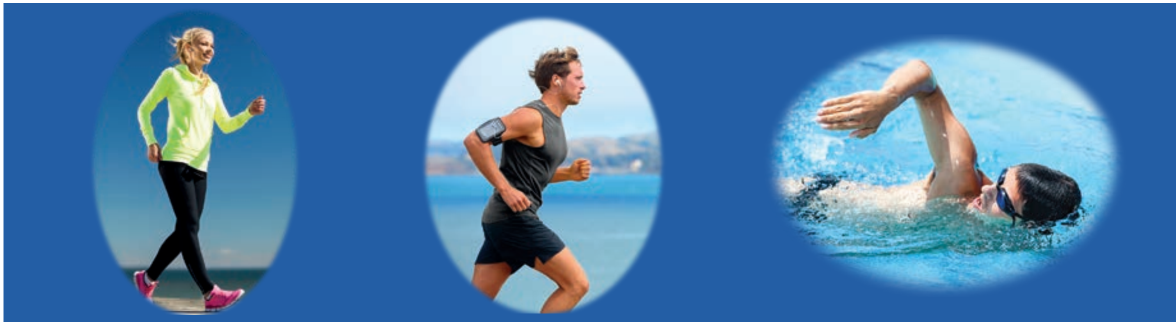
Dengeli ve sağlıklı bir beslenme özellikle protein, vitamin ve minerallerin sağlanabilirliği yönünden önem taşır. Proteinler kemiğin organik kısmı olan kolajenin sentezi ve kas gelişimi için gerekli amino asitleri sağlaması açısından yeteri kadar alınmalıdır. A, D ve C vitaminleri kemik oluşumu ve gelişiminde önemlidir. A vitamini kas ve kemiklerin gelişiminde, D vitamini kemiğin yapısında bulunan kalsiyumun bağırsaktan emiliminde, C vitamini de kemikteki lifli yapıların oluşumunda görev alır.

Düzenli yapılan fiziksel aktivite kemik ve kas dokunun kalınlaşmasında, güçlenmesinde etkilidir. Spor ve dengeli beslenme kişinin kilo kontrolünü de sağladığından eklemlere yapılan ağırlık baskısı azalır, sağlıklı ve işlevsel kalmalarını sağlar. Fiziksel aktivite; mekanik bel ağrısı, omuz ve boyun ağrısı, osteoporoz ve buna bağlı kırıklar gibi kas-iskelet düzensizliklerinin ertelenmesinde ve önlenmesinde etkilidir. Kas-iskelet bileşenleri yaş arttıkça büyük bir düşüş göstermektedir. Ancak kas kütlesi, kuvveti, gücü ve dayanıklılığındaki düşüşün nedeni sadece yaş ile bağlantılı değildir. Fiziksel aktivite alışkanlığındaki azalma da buna neden olmaktadır. Düzenli yapılan spor bireylerin fiziksel kapasitesi yanında iş ve sosyal hayatındaki performansında da artış sağlar. Düzenli olarak fiziksel aktivite yapan kişilerin, aynı yaş grubundaki düzensiz spor ve yaşam tarzı olan kişilere göre daha yüksek fiziksel iş yapma kapasitesine sahip oldukları, daha hızlı sinir-kas sistemi tepkileri verdikleri tespit edilmiştir.

Omurgadaki başlıca sağlık sorunlarının nedeni ergonomik yapıda olmayan eşya kullanımı ve duruş (postür) bozukluklarıdır. Ayakta dururken, yatarken, çalışırken, uyurken, yük taşırken ve otururken uygun duruşa dikkat edilmelidir. Kemik, eklem ve kasların çalışması uygun duruşla daha sağlıklı gerçekleşir. Omurları bir arada tutan eklemlerin, disklerin ve bağların üzerine daha az yük bindiğinden omurganın yapısı bozulmaz. Yapısal olarak insan vücudu ayakta durma ve yürümeye daha uygundur. Ancak günümüzdeki iş alanlarının bir kısmı uzun süre oturmayı gerektirmektedir, bu durumlarda belirli aralıklarla kalkıp yürünmeli ve kaslar esnetilmelidir. Düzenli bir şekilde koşmak, yüzmek, yürümek gibi aktiviteler kasları güçlü tutmak için tavsiye edilebilir (Görsel 1.71).

MERAKLISINA

Dokulardaki ve kandaki kalsiyum derişiminin sabit tutulması gereklidir. Yeterince kalsiyum alınmaması kemiklerin kalsiyum kaybetmesine neden olur. Bu olay kemiklerin daha kırılgan ve x ışınlarına karşı daha geçirgen hâle gelmesini sağlar.



Görsel 1.71
Kasları güçlü tutmak için yapılan bazı aktiviteler

ETKİNLİK  20 dk.

Etkinliğin Adı: Destek ve Hareket Sisteminin Sağlığını Nasıl Korurum? Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlere ilişkin çıkarımlar yapabilme.

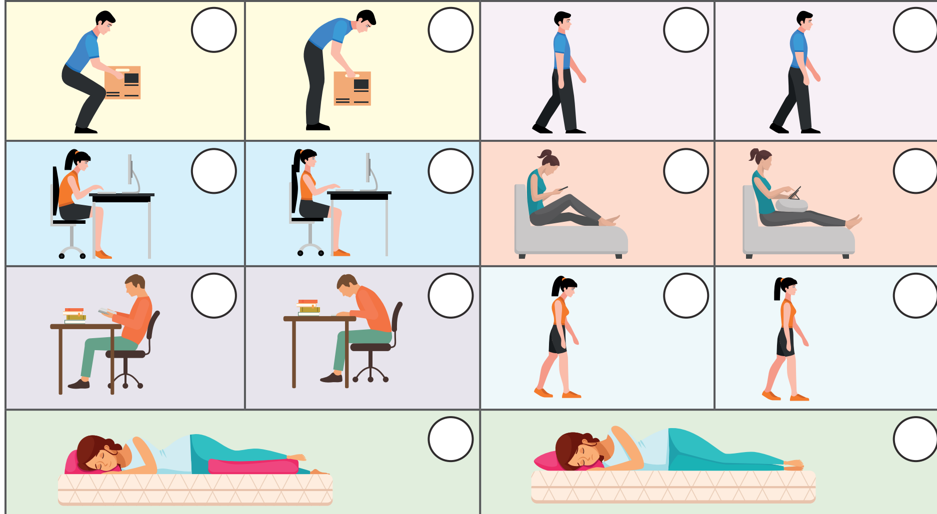
Yönerge: *Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Omuriliği içinde barındıran ve koruyan omurga aynı zamanda bedenin döndürülebilmesini ve başın çevrilebilmesini sağlar. İç organları korur. Omurga eğriliklerinin doğuştan gelen tipleri olabildiği gibi büyüme çağında da gelişebilen tipleri vardır. Bazı tiplerin meydana geliş nedenleri hâlâ bilinememektedir. Hasta genellikle erken dönemde belirti göstermeyebilir. Ancak bunun yanında hastalarda özellikle duruş bozuklukları, soluk alıp verme sırasında zorlanma, bel ve sırt ağrıları gibi şikayetler baş gösterir. Sağlıklı bir omurga için dik durmak, ağır yük kaldırmamak ve doğru oturmak önemlidir.



Omurganın bel bölgesinde yer alan disklerin kayması ya da yırtılması sonucu bel fıtığı olarak bilinen rahatsızlık oluşur. Vücudu zorlama, uzun süre aynı pozisyonda kalma, düşme, fazla kilo, ağır eşyaları kaldırma ya da yanlış kaldırma ve taşıma şekilleri omurlar arasındaki disklerin zarar görmesine neden olabilir. Omurlar arasından vücut periferine dağılan sinirler bu noktada sıkışarak şiddetli ağrılara ve sinirin kontrol ettiği bölgelerde uyuşma ya da işlev kaybına neden olabilir.

1. Aşağıdaki görsellerin duruş şekillerine göre doğru olanlarını işaretleyiniz.



2. Büyüme ve gelişme döneminde vücudu uygun duruş şekillerine göre hareket ettirmek neden önemlidir? Tartışınız.

3. Destek ve hareket sisteminin sağlığı açısından düzenli egzersiz ya da spor yapma ile dengeli ve yeterli beslenme arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

1 ve 2. soruları verilen kavramlardan uygun olanlarını kullanarak boşluk doldurma tekniği ile cevaplayınız. Boşluk doldurmada kullanmadığınız açıkta kalan kavram ile anlamlı bir cümle oluşturunuz.

1.

Havers kanalı	oynamaz	fibröz	kırmızı kemik iliği	periost	hiyalin
epifiz plağı	elastik	osein	sarı kemik iliği	kondrosit	

a) Kemik dokuda hücreler arası maddeye ……………………….. denir.

b) Kemiğin enine büyümesini ve onarılmasını ……………………….. sağlar.

c) Kıkırdak doku hücrelerine ……………………….. denir.

ç) Sıkı kemik dokusunda içinde kan damarları ve sinirlerin yer aldığı boyuna uzanan kanallara ……………………….. denir.

d) Sadece uzun kemiklerde bulunan ……………………….. bazı kan hücrelerinin yapıldığı yerdir.

e) Uzun kemiklerin baş kısmında boyuna uzamayı sağlayan ……………………….. bulunur.

f) Embriyonik gelişim dönemindeki iskeletin büyük bir kısmı ……………………….. kıkırdak yapısındadır.

g) Kulak kepçesinde ……………………….. kıkırdak bulunur.

ğ) Kafatası kemikleri birbirine ……………………….. eklem ile bağlıdır.

h) Kan hücreleri süngerimsi kemik doku içinde bulunan ……………………….. üretilir.

ı) Açıkta kalan kavram: ....

2.

miyoglobin	düz kas	sarkolemma	fizyolojik tetanos	sarkomer	tendon
iskelet kası	sarkoplazma	miyofibril	kalp kası	gizli evre	

a) İki Z çizgisi arasında bulunan kas kasılma birimine ……………………….. denir.

b) İskelet kası hücrelerinde oksijen depolayabilen ve demir içeren ……………………….. pigmenti bulunur.

c) Kas çeşitlerinden ……………………….. somatik sinirlerle uyarıldığı için istemli kasılır.

ç) Kasların uyarıyı aldığı andan kasılmaya başlamasına kadar geçen süreye …………… denir.

d) İskelet kasları kemiklere bağ dokudan oluşan ………………… adı verilen yapılarla bağlanır.

e) Kas çeşitlerinden ……………… otonom sinirlerle uyarılmadan da kendi çalışmasını başlatabilir.

f) Kasların kasılıp gevşemesinde görevli aktin ve miyozin filamentlerin bir araya gelmesiyle …………………… oluşur.

g) İskelet kasının gevşemesi için yeterli süre bırakılmadan uzun süre ve sık aralıklarla uyarı verilmesi durumunda sürekli kasılı kalması durumuna ………………………………….. denir.

ğ) Kas çeşitlerinden …………………… mekik şeklindeki hücrelerden oluşur.

h) Kas hücresinin zarına …………………………… denir.

ı) Açıkta kalan kavram: ....

Aşağıdaki soruyu yapılandırılmış kutu (grid) yöntemine uygun biçimde cevaplayınız. Doğru kavram ve ifadelerin numaralarını boşluklara yazınız. Aynı kutucuğu birden fazla soru için kullanabilirsiniz.

3. Numaralandırılmış kutucuklarda iskelet sistemi ile ilgili bazı kavramlar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1	Volkmann kanalı	**2**	Kondrin	**3**	Kolajen lif	**4**	Osteosit
5	Kondrosit	**6**	Epifiz plağı	**7**	Kırmızı kemik iliği	**8**	Sinoviyal sıvı
9	Periost	**10**	Sarı kemik iliği	**11**	Osein	**12**	Havers kanalı

a) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri bütün kemik çeşitlerinde bulunur? ....

b) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri kan hücrelerini üretir? ....

c) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri kemiğin enine büyümesi ve onarılmasını sağlar? ....

ç) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri kıkırdak dokuda bulunur? ....

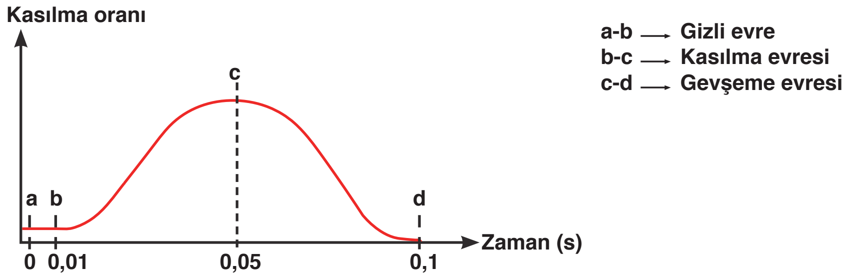
d) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri sıkı kemik dokuda kan damarları ve sinirlerin geçtiği yerdir? ....

e) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri kemiğin boyca uzamasını sağlar? ....

f) Yukarıda verilen kavramlardan hangisi / hangileri oynar eklemlerde kemiğin aşınmasını önler?............

4 ve 5. açık uçlu soruları ilgili grafik ve metinlerinden yararlanarak cevaplayınız.

4. Uyarılan bir kasın bir kez kasılıp gevşeyerek eski hâlini almasına **kas sarsı** (kasıl sarsılma) denir. Bu sürecin üç evresi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Kasıl sarsılmayı gösteren grafikten yararlanarak bu evrelerde gerçekleşen kimyasal olayları açıklayınız.

5. Yeryüzünde yaşamın olmasının sebeplerinden biri de yer çekimi kuvvetinin olmasıdır. Yeryüzünde deniz seviyesinde hissedilen çekim ivmesi 1 g'dır. Yeryüzünde canlılar bu çekim kuvvetine uyum sağlamışlardır. İnsanlı uzay araştırmalarının yapılması sırasında karşılaşılan problemlerden biri yer çekimsiz ortamda kalan insanların bazı sağlık sorunlarıyla karşılaşmalarıdır. Bu problemlerden biri de destek ve hareket sistemiyle ilgilidir. Bu ortamda kas ve kemik dokuda kayıplar görülür. Sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada 7-10 gün içerisinde bazı kaslarda 1 / 3 oranında kayıp görülmüştür. Bu durum bir gün Mars'ta koloniler kurulacaksa aşılması gereken bir problemdir. Zira Mars'a inildiğinde insan, kas ve kemik kaybı yüzünden hareket etmede güçlük çekecektir.



a) Yer çekimsiz ortamın kemik ve kaslarımızda doku kaybına yol açmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

....
....
....
....

b) Kemik kaybı iskeletin en çok hangi kısımlarında meydana gelir?

....
....
....
....

c) Kanda fazla bulunan kalsiyum ve fosfat minerallerinin çökelmesiyle böbrek taşları oluşur. Yer çekimsiz ortamda kalan astronotlarda da böbrek taşı oluşma riski fazladır.

Bu durumun kemik dokusundaki kayıpla bağlantısını açıklayınız.

....
....
....
....

ç) Gelecekte muhtemel uzay yolculuklarında kas ve kemiklerin sağlığının korunabilmesi için neler yapılmasını beklersiniz?

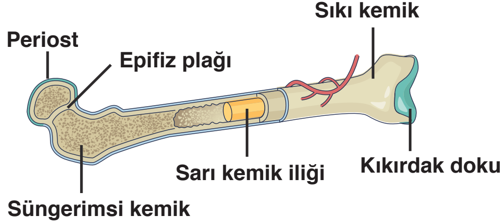
....
....
....
....

d) Uzayda bir süre kalan astronotların boyunun birkaç santimetre uzadığı görülmüştür. Bu durumun nedeni sizce ne olabilir?

....
....
....
....

6-14. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdaki şekilde uzun kemiklerin yapısı gösterilmiştir.



Buna göre uzun kemiklerle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Boyu eninden uzun olan kemiklerdir.

B) Epifiz plağı kemiğin boyca uzamasını sağlar.

C) Periost sadece süngerimsi kemik doku üzerini örter.

D) Sarı kemik iliği uzun kemiklerin sıkı kemik dokusu içinde bulunur.

E) Uyluk kemiği ve pazu kemiği uzun kemiklere örnektir.

7. **Aşağıdakilerden hangisi destek ve hareket sistemin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlerden biri değildir?**

A) Kalsiyum, fosfor, potasyum gibi mineralleri içeren besinler tüketilmelidir.

B) Güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanılmalıdır.

C) Spor ya da egzersiz yaparken zorlayıcı hareketler yapılmalıdır.

D) Büyüme ve gelişme döneminde spor yapmak önemlidir.

E) Omurganın sağlığı için uygun duruşa dikkat edilmelidir.

8. **İnsandaki kemik dokuyla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Sıkı kemik doku, yassı kemik çeşitlerinde iç yüzeyde bulunurken süngerimsi kemik doku uçlarda bulunur.

B) Süngerimsi kemik doku, içerisinde kan damarları ve sinirlerin geçtiği Havers kanallarına sahiptir.

C) Bütün kemik çeşitlerinde sarı ilik bulunurken kırmızı ilik sadece uzun kemiklerde bulunur.

D) Süngerimsi kemik doku gözenekli bir yapıya sahiptir ve içerisinde sarı kemik iliği bulunur.

E) Kırmızı kemik iliği süngerimsi kemik dokuda bulunur.

9. **İskelet sisteminin yapısı ve görevleriyle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) İskelet sistemi, kıkırdak ve kemik doku olmak üzere iki çeşit bağ dokudan meydana gelir.

B) Embriyonik dönemde iskelet sisteminin tamamı kemik yapıdadır.

C) Kalsiyum tuzlarının birikmesiyle kemikleşme süreci embriyonik dönemde başlar.

D) Kıkırdak doku varlığını yetişkin bireylerde kulak, burun, eklem yerleri gibi bölgelerde sürdürür.

E) İskelet sistemi iç organlara ve kaslara bağlanma yüzeyi oluşturur.

10. Kasların

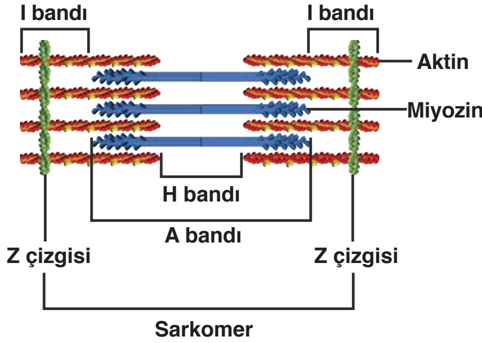
I. Hücrelerinde tek çekirdek olması
II. Aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli dizilmeleri
III. Otonom sinir sisteminin kontrolünde çalışmaları
IV. Hızlı kasılmaları
V. Otonom sinir sisteminden impuls almadan çalışabilmeleri
VI. Oksijen depolayabilen ve demir içeren miyoglobin pigmentine sahip olmaları

özelliklerinden hangileri kalp kası ve iskelet kası için ortaktır?

A) I ve V   B) III ve IV   C) IV ve VI

D) I, II ve V   E) II, IV ve VI

11.



Bu şekle göre çizgili kasların kasılıp gevşemesiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	Kasılma	Gevşeme
A)	Z çizgisi kaybolur.	A bandı değişmez.
B)	H bandı büyür.	I bandı küçülür.
C)	A bandı değişmez.	I bandı büyür.
D)	İki Z çizgisi birbirinden uzaklaşır.	Kasın hacmi artar.
E)	Aktin proteinlerinin boyu kısalır.	Miyozin proteinlerinin boyu uzar.

12. Aşağıdakilerden hangisi kıkırdak doku için söylenemez?

A) Ara maddede protein yapılı lifler bulunur.

B) Elastik kıkırdak esneme ve bükülme yeteneği fazla olduğu için omurlar arasında bulunur.

C) Ara maddesinde kan damarı bulunmaz.

D) Liflerin yapısına göre hiyalin, fibröz ve elastik kıkırdak olmak üzere üç çeşittir.

E) İnsanlarda embriyonik dönemde iskeletin büyük bir kısmını oluşturur.

13. Aşağıdakilerden hangisi destek hareket sistemi ile ilgili bir hastalık değildir?

A) Kireçlenme

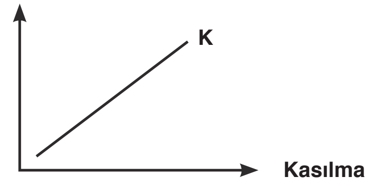
B) Duruş bozukluğu

C) Osteoporoz

D) Osteosit

E) Romatizma

14. Aşağıda bir kasın kasılması sırasında artan K maddesinin grafiği verilmiştir.



Buna göre K maddesi yerine

I. ATP
II. Kreatin fosfat
III. CO_2
IV. Sıcaklık

kelimelerinden hangileri yazılabilir?

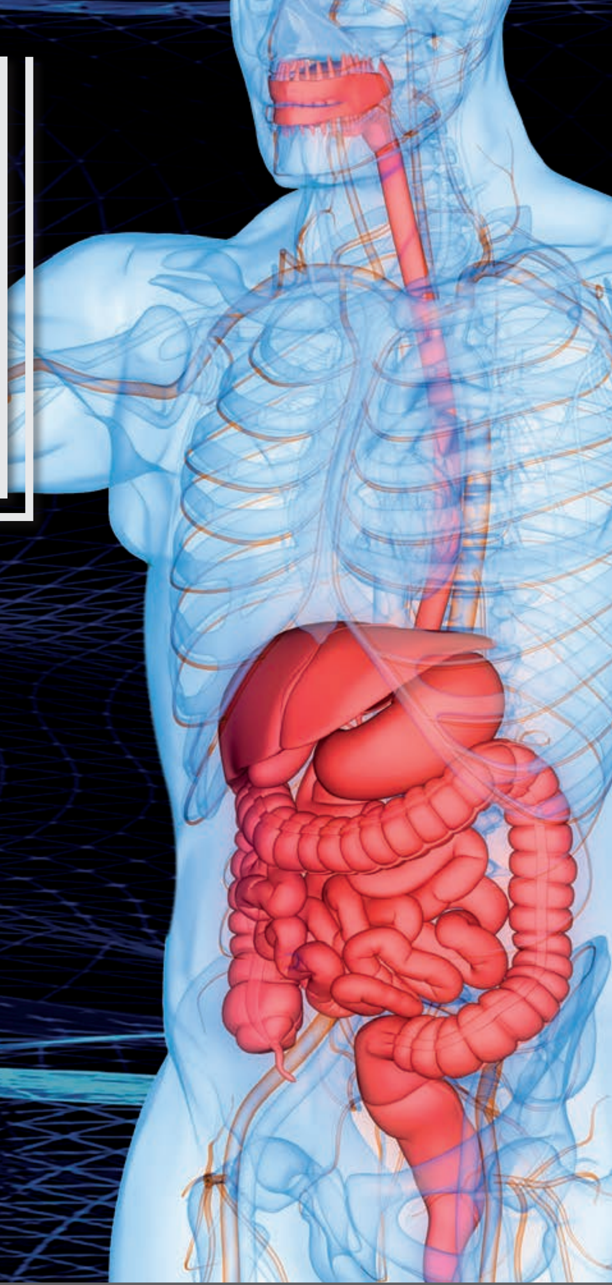
A) I ve II   B) I ve III   C) III ve IV

D) II, III ve IV   E) I, II, III ve IV

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



3. BÖLÜM



İÇERİK

1. SİNDİRİM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ
2. SİNDİRİM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI
3. SİNDİRİM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Anahtar Kavramlar

Emilim

Sindirim

ABUR CUBUR GIDALAR İÇİN BİLİM NE DİYOR?

Günümüzde sağlıklı beslenme ile ilgili çeşit çeşit önerilerle karşılaşıyoruz. Bazıları kafamızı karıştırıp çelişkiye düşürse de tüm önerilerin ortak bir yanı var: Abur cuburdan kaçının!

İşlenmiş gıdaların insanları cezbeden bir tarafı olduğu kesin. Çoğunluk bu tarz yiyecekleri tüketmeyi seviyor. Bazı ülkelerin verilerine göre bir kişi günlük ihtiyaç duyduğu kalorinin neredeyse yarısından fazlasını bu tür gıdalardan karşılıyor.

Diyetleri ağırlıklı olarak işlenmiş gıdalardan oluşan insanlar daha çabuk ve daha çok acıkırlar. Bilim insanları bu açlık hissinin işlenmiş gıdalardaki protein eksikliğinden kaynaklandığı üzerinde duruyor. İşlenmiş gıdalar ve abur cuburların çok fazla yağ, tuz ve şeker içerdikleri için sağlıksız olduğu uzun zamandır biliniyor. Ancak yapılan son araştırmalar, bu yiyeceklerin sağlığımıza zararlı hâle gelmesinde başka mekanizmaların da iş başında olabileceğini düşündürüyor. Örneğin gıda üreticileri bu tür yiyecekleri daha lezzetli hâle getirmek için bir takım yapay katkı maddelerini kullanabiliyor.

Aşırı işlenmiş gıdaları tüketmenin sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada aşırı işlenmiş gıda tüketiminin erken ölüm riskini artırdığı tespit edildi. Araştırmaya göre günde dört porsiyondan fazla aşırı işlenmiş gıda tüketmenin, ölüm riskini %62 artırdığı ve buna ilave her bir porsiyonun ise bu riski %18 daha artırdığı görüldü.

Yapılan çalışmalar insanların sağlıklı bir bağırsak mikrobiyomuna sahip olması için diyetlerinde lif içeren besinlerin olması gerektiğini söylüyor. Ancak aşırı işlenmiş gıdalarda bulunan tatlandırıcılar, emülgatörler gibi katkı maddelerinin bağırsak mikrobiyomunu olumsuz etkilediği yapılan araştırmalarla gösterilmiştir.

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, mekanizmaları henüz tam olarak anlaşılmamış olsa da fazla aşırı işlenmiş gıda yemekten kaçınmanın muhtemelen sağlığımız için en iyisi olduğuna dair kanıtlar birikiyor.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik dergisi, Ağustos 2021

HAZIRLIK SORULARI

1. **Abur cubur gıdalarla beslenme hangi biyolojik sistemler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir? Açıklayınız.**
2. **Yeterli ve dengeli beslenmede gıdaların içeriğinde ne tür besinler olmalıdır? Tartışınız.**
3. **Abur cubur gıdaları tüketmenin enerji gereksinimini karşılama, sosyoekonomi, sağlık ve zaman açısından etkilerini tartışınız.**

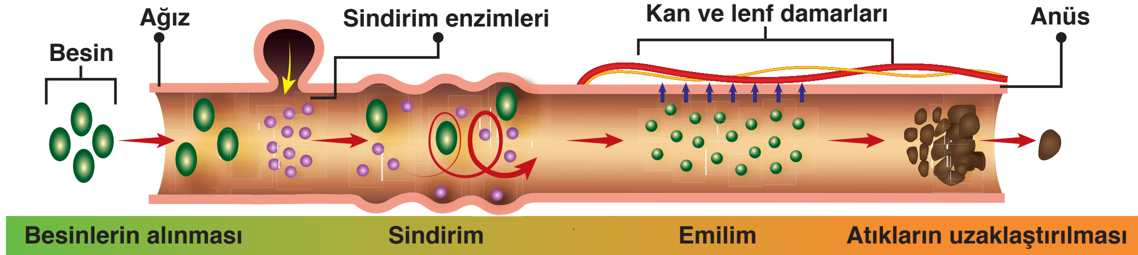
Bölümün sunu karekodu



3.1. SİNDİRİM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

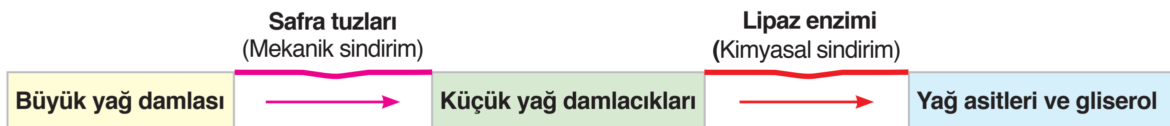
İnsanlar büyüme, gelişme, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek ve hücrelerin enerji ihtiyacını karşılayabilmek için besinlere ihtiyaç duyar. Bu besinler hücrelerin gereksinim duyduğu ancak sentezleyemediği temel besin maddelerini (esansiyel maddeler) de kapsar. Vücuda alınan besinler sindirim sistemi ve yardımcı organları sayesinde işlenerek hücrelerin kullanabileceği forma dönüştürülür.

Sindirim sisteminde besinlerin işlenmesi dört aşamada gerçekleşir. Bunlar besinlerin alınması (yeme), sindirim, emilim ve atıkların uzaklaştırılmasıdır (Görsel 1.72).



Görsel 1.72
Sindirim sisteminde besinlerin işlenmesi

Besinler bütün veya parçalar hâlinde ağız yoluyla alınır. **Sindirim** alınan besinin hücre zarından geçebilecek kadar küçük moleküllere parçalanmasıdır. Sindirim mekanik ve kimyasal olarak iki şekilde gerçekleşir. Besinlerin fiziksel olarak küçük parçalara ayrılması olayına **mekanik sindirim** (fiziksel sindirim) denir. Safra tuzlarının yağları küçük yağ damlalarına dönüştürmesi, besinlerin ağızda diş ve kaslarla yapılan çiğneme işleviyle küçültülmesi mekanik sindirime örnektir. Mekanik sindirimde enzim kullanılmaz. Bu nedenle besinler hücre zarından geçebilecek kadar küçük değildir. Mekanik sindirimin amacı, besinlerin yüzey alanını genişleterek enzim etkinliğini artırıp kimyasal sindirimi hızlandırmaktır. **Kimyasal sindirim** (hidroliz) ise büyük moleküllü besinlerin su ve sindirim enzimleri ile yapı taşlarına kadar parçalanmasıdır. Polisakkarit ve disakkaritlerin monosakkaritlere, proteinlerin amino asitlere, nötral yağların yağ asitleri ve gliserole parçalanması kimyasal sindirimdir. Örneğin safra tuzlarıyla küçük yağ damlalarına dönüşen yağ molekülleri lipaz enzimiyle yağ asitleri ve gliserole parçalanır (Şema 1.3).



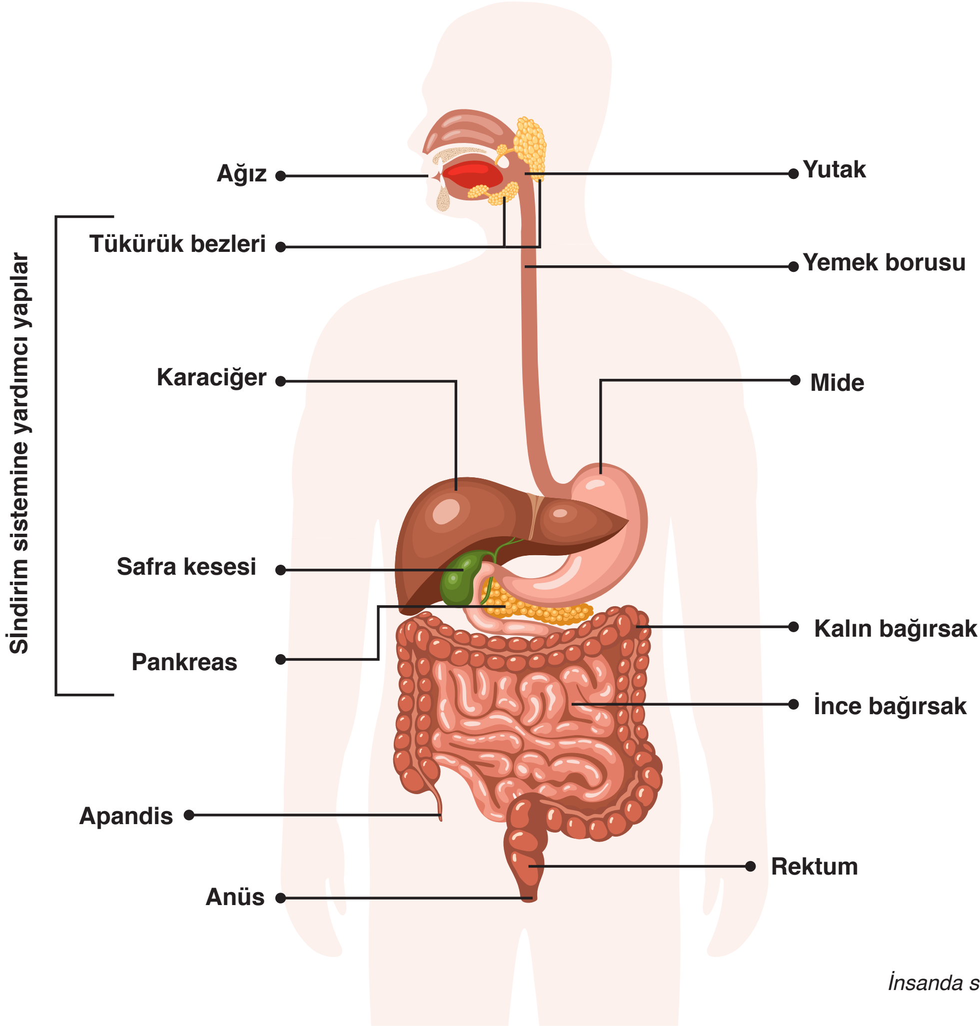
Şema 1.3: *Yağların sindirimi*

Kimyasal sindirim gerçekleştiği yere göre **hücre içi** ve **hücre dışı sindirim** olmak üzere ikiye ayrılır. İnsanlarda sindirim, sindirim kanalında (hücre dışında) gerçekleşir. Tükürük bezleri, mide, pankreas ve ince bağırsak tarafından sindirim kanalına gönderilen enzimler büyük molekülleri hücre dışı sindirimle yapı taşlarına kadar parçalar. Hücre içi sindirimde ise endositozla hücreye alınan büyük moleküller lizozom organeli sayesinde yapı taşlarına parçalanır. İnsanda akyuvar hücrelerinin mikroorganizmaları savunma amaçlı yok etmesi ve karaciğerdeki Kupffer (*Kuffer*) hücrelerinin yaşlanmış alyuvarları parçalaması hücre içi sindirimle gerçekleşir.

Besinler sindirildikten sonra emilim olayı gerçekleşir. Karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asitler kimyasal sindirimle bu yapıları oluşturan moleküllere ayrıldıktan sonra hücre zarından geçebilir. Monomerler, su, iyonlar ve vitaminler ise sindirime uğramaz, doğrudan hücre zarından geçebilir. Pasif ve aktif taşıma ile hücreye alınan moleküller hücrenin ihtiyaç duyduğu yeni moleküllerin sentezlenmesi, hücrede enerji üretilmesi gibi olaylarda kullanılır. Besinlerin işlenmesinde son aşama ise sindirim sisteminde sindirilmeyen besinlerin vücuttan uzaklaştırılmasıdır.

SİNDİRİM KANALINI OLUŞTURAN YAPILAR

İnsanda sindirim sistemi, sindirim kanalı ve yardımcı organlardan oluşur (Görsel 1.73). Uzun bir boru şeklindeki sindirim kanalı; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten meydana gelir. Bu yapılar besinlerin sindirilmesi, emilmesi, depolanması ve atıkların atılması için özelleşmiştir. Yardımcı organlar ise enzimler ve diğer molekülleri içeren salgılarıyla sindirime katkı sağlar. Tükürük bezleri, karaciğer, pankreas ve karaciğerin ürettiği safrayı depolayan safra kesesi sindirime yardımcı organlardır. Sindirim sistemi, otonom sinir sistemi ve hormonların kontrolünde çalışır.



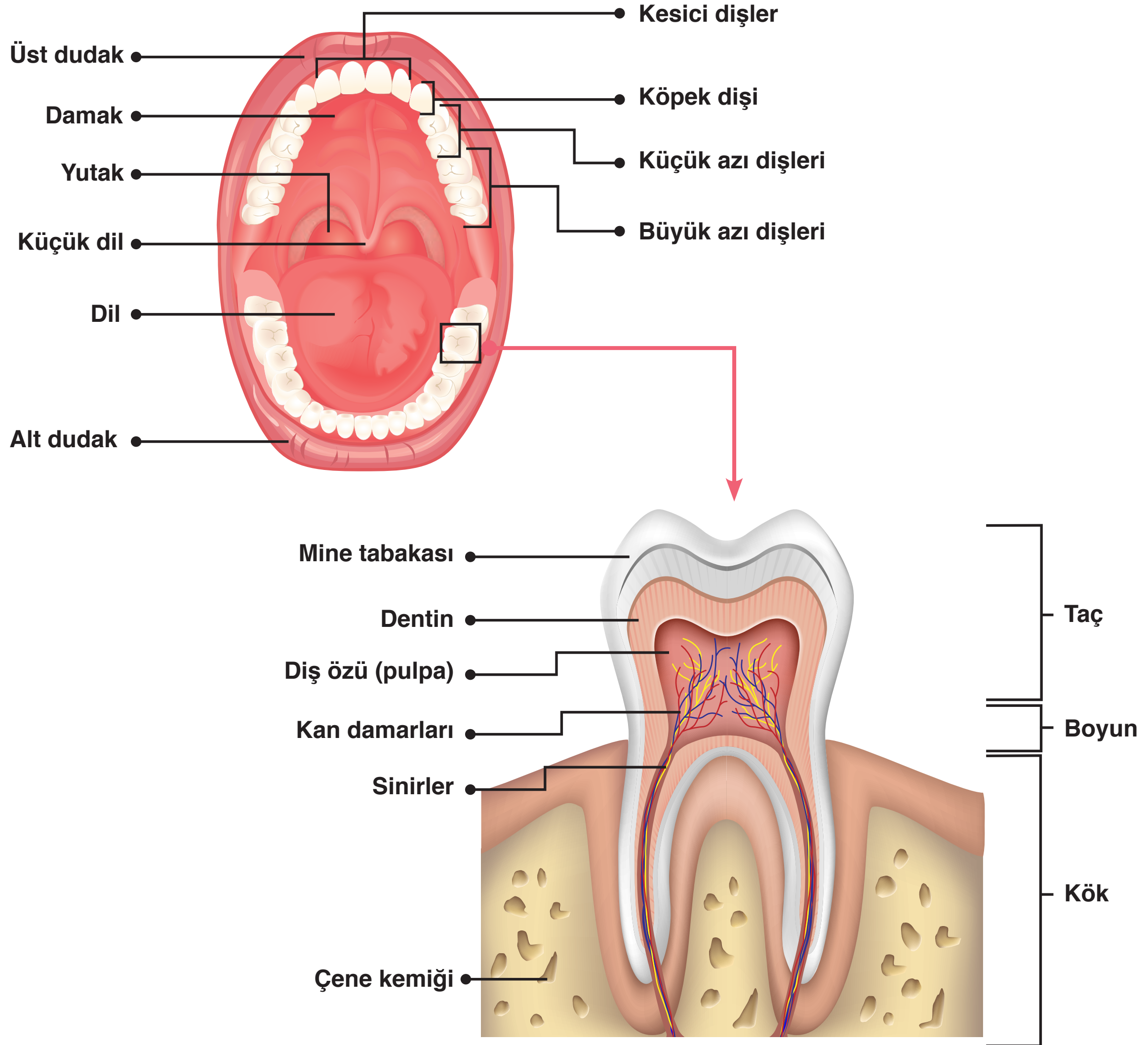
Görsel 1.73
İnsanda sindirim sistemi

AĞIZ

Besinlerin sindirim sistemine alındığı ilk bölüm olan ağız; dudak, yanak, damak ve yutak ile çevrelenmiş bir boşluktur. Ağız boşluğu mukoza adı verilen çok katlı epitel doku ile kaplıdır. Ağız boşluğunda besinlerin mekanik ve kimyasal sindirime uğratılması ile yutulmaya hazır hâle getirilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Ağızda besinlerin sindiriminde etkili olan yapılar dişler, dil ve tükürük bezleridir.

Dişler alt ve üst çene kemiklerinin çukurlarına belirli görevlere uygun olarak yerleşmiştir. Dişler, çene kaslarının hareketi ile gerçekleştirdiği çiğneme işlevi sırasında besinleri keser, ezer ve parçalar. Böylece besinleri daha küçük parçalara ayırıp toplam yüzey alanlarını genişleterek mekanik sindirimde rol oynar. Besinlerin parçalanması sonucu yüzey alanının genişletilmesi sindirim enzimlerinin etkinliğini artırır. Ayrıca bazı besinlerin sert dış yüzeylerinin parçalanması, bu besinlerin besleyici bölümlerinin açığa çıkmasında ve kullanılabilirliğinin artmasında önemlidir. Yine ezilmiş hâldeki besinler sindirim kanalına zarar vermeden rahatça ilerleyebilir.

Yetişkin bir insanda yirmilik dişlerle birlikte alt ve üst çenenin her birinde on altışar olmak üzere toplam 32 diş bulunur. Her yarım çenede iki kesici diş, bir köpek dişi, iki küçük azı dişi ve üç büyük azı dişi bulunur. Bir dişte **taç**, **boyun** ve **kök** olmak üzere üç kısım bulunur. Dışta kalan görünen kısma taç, diş etiyle bağlantılı kısma boyun, çene kemiği içindeki kısma kök denir. Dişin dıştan içe doğru kısımları ise **mine**, **dentin** ve **diş özüdür** (pulpa). Mine tabakası taç kısmının üzerini örten temel olarak kalsiyum fosfattan yapılmış sert, parlak ve dayanıklı bir tabakadır. Dentin tabakası dişin mine tabakasının hemen altından kök kısmına kadar uzanan kemiksi madde içeren bir tabakadır. Dentin tabakasının iç kısmında yer alan diş özünde kan damarları, sinirler ve dentin üreten hücreler bulunur. Görsel 1.74'te ağzın genel yapısı, diş çeşitleri ve dişin bölümleri gösterilmiştir.



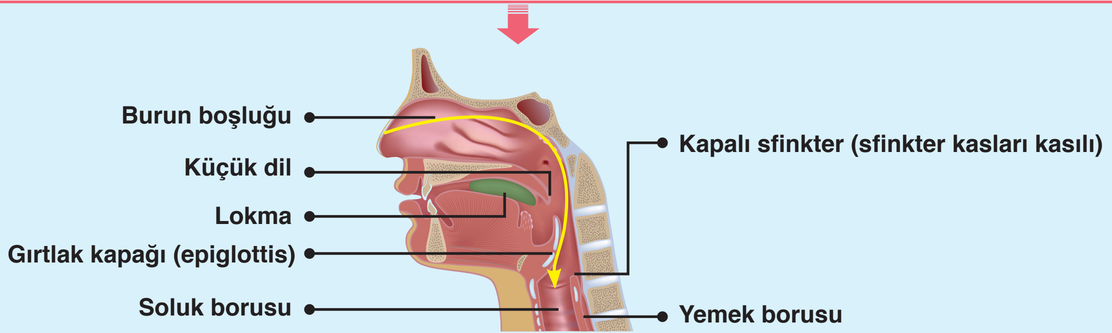
Görsel 1.74
Ağzın genel yapısı, yetişkin bireydeki diş çeşitleri ve dişin bölümleri

Ağızda besinler bir taraftan dişler sayesinde parçalanırken diğer taraftan tükürük bezlerinin salgıladığı tükürükle ıslatılır ve karıştırılır. Tükürük içerisindeki amilaz (pityalin) enzimi karbonhidratların kimyasal sindirimini başlatır. Çiğneme sırasında yanak kasları ve dil kaslarının hareketleri ile besin yutulabilecek lokma hâline getirilir. Dil, besinlerin tadının alınması ve yutulması görevinin yanı sıra konuşma fonksiyonuna da yardımcı bir organdır.

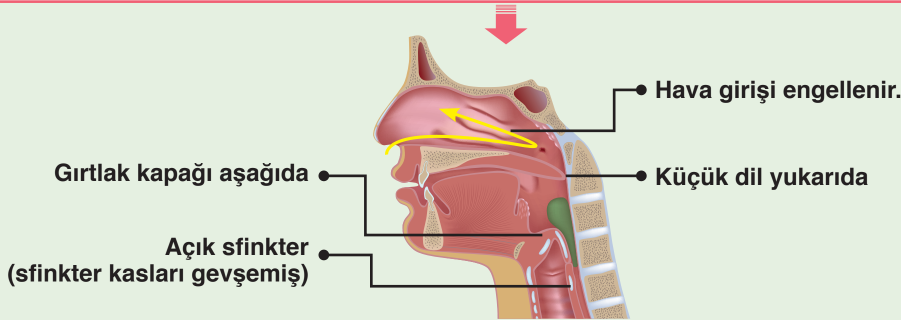
YUTAK (Farinks)

Ağızdaki besinin yutağa iletilmesi istemli olarak başlayan ve sonrasında istemsiz olarak devam eden bir refleks olayıdır. Ağızdan sonra gelen yutak, yemek borusu ve soluk borusuna açılır. Yutağın sindirimdeki görevi, yutulan lokmayı yemek borusuna iletmektir. Yutma sırasında gerçekleşen olaylar Görsel 1.75'te açıklanmıştır.

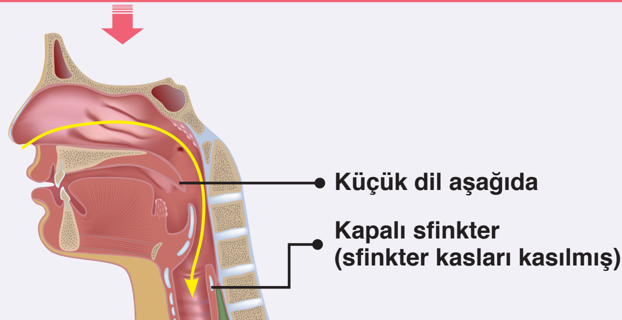
Lokma ağızdayken solunum yolu açıktır. Burundan alınan hava soluk borusuna iletilir. Yemek borusu girişindeki büzgen kaslar (sfinkter kaslar) kapalıdır. Sfinkter kaslar vücudun birçok yerinde bulunan özelleşmiş bazı bölgelerin geçiş noktalarındaki halkasal kaslardır. Genel olarak kasılı hâldeki bu kaslar bulunduğu bölgeyi daraltır ve bölümler arasında madde geçişini düzenler.



Yutma sırasında ağız gerisindeki küçük dil (yumuşak damak) yukarı doğru çekilerek besinin burun boşluklarına kaçmasını önler. Kıkırdak yapılı gırtlak kapağı (epiglottis) ise gırtlak (larinks) girişini kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını engeller. Bu sırada yemek borusu girişindeki sfinkter kaslar gevşer, besin yemek borusuna geçer. Solunum iki saniyeden daha kısa bir süre için durur. Yutma sırasında oluşacak bir sorun; besinin soluk borusuna kaçmasına, soluk borusunun tıkanmasına ve boğulmaya neden olur.



Lokmanın yemek borusuna geçmesiyle yemek borusu sfinkter kasları kasılır ve kapanır. Küçük dil yerine gelir, gırtlak kapağı yukarı kalkar ve solunum yolu tekrar açılır.

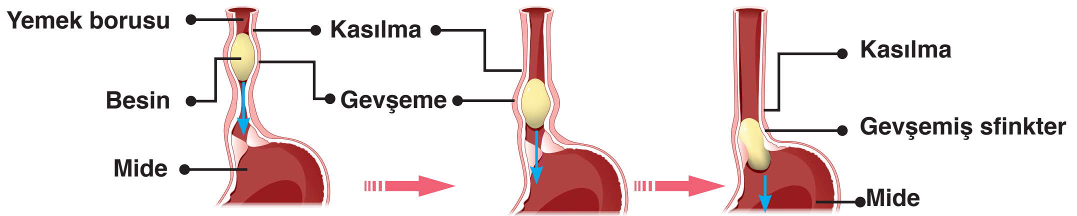


Görsel 1.75
Yutma sırasında gerçekleşen olaylar

YEMEK BORUSU (Özofagus)

Yutak ile mide arasında yer alan yemek borusunun temel görevi lokmanın mideye iletilmesini sağlamaktır. Yutak ve yemek borusunda kimyasal ve mekanik sindirim olmaz. Yemek borusunda sindirim kanalının diğer kısımlarında olduğu gibi içten dışa doğru epitel doku, kas doku ve bağ doku bulunur. Yemek borusunun iç yüzeyi mukoza denilen çok katlı yassı epitel doku ile kaplıdır. Yemek borusu boyunca yerleşmiş olan ve salgı yapan bezlerin ürettiği mukus, hem mukoza tabakasını korur hem de yemek borusunun iç yüzeyini kayganlaştırarak besinlerin kolay ilerlemesini sağlar.

Yemek borusundaki kas tabakasını ise yutağa bakan üst kısımlarında çizgili kaslar, diğer bölümlerinde dairesel ve uzunlamasına olarak yerleşmiş düz kaslar oluşturur. Bu nedenle yutma olayı istemli başlar istemsiz devam eder. Çizgili kaslar besinin yutulmasında etkilidir. Halkasal ve uzunlamasına yerleşmiş düz kasların ritmik kasılıp gevşeme hareketleriyle oluşan peristaltik hareketler besinin mideye iletilmesini sağlar (Görsel 1.76). Besinin hareketinde yer çekiminin etkisi de büyüktür. Yemek borusunun alt ucundaki kasılı ve kapalı konumdaki sfinkterin gevşemesi ile besin mideye girer. Kusma olayı ise ters peristaltik harekettir.

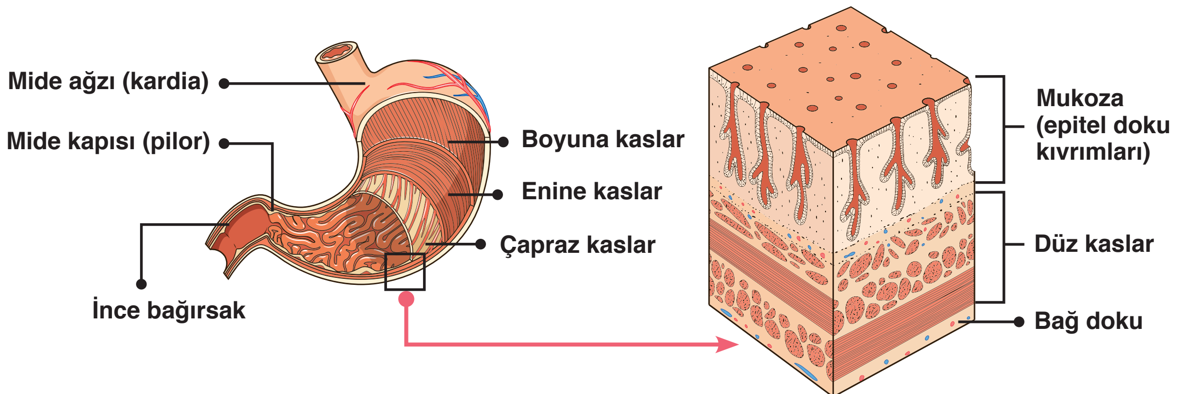


Görsel 1.76
Yemek borusunda peristaltik hareket

MİDE

Diyafram kasının hemen altında ve karın boşluğunun sol üst tarafında yer alan mide, sindirim sisteminin torba şeklinde genişlediği "J" harfine benzeyen kısmıdır. Yemek borusu ve ince bağırsak arasında bulunur. Midenin yemek borusuna bağlandığı dar bölüme **mide ağzı** (kardia), ince bağırsağa bağlandığı dar bölüme **mide kapısı** (pilor) adı verilir. Mide ağzı bölgesindeki sfinkter, mide içeriğinin yemek borusuna geri dönmesini engellerken pilor bölgesindeki sfinkter ise midedekilerin yavaş ve kontrollü olarak ince bağırsağa geçmesini sağlar.

Mide yemek borusundan gelen besinlerin geçici olarak depolandığı, mekanik ve kimyasal sindirimin yapıldığı, karma bez özelliğine sahip bir organdır. Yaklaşık 2 kg kadar besin ve sıvı, midede depolanabilir. Besinler burada mide salgılarıyla karıştırılarak kısmen sindirilmiş **kimus** adı verilen bir karışım (bulamaç) hâline getirilir. Mide içten dışa doğru epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası, düz kas tabakası ve bağ dokudan oluşan bir duvara sahiptir (Görsel 1.77).



Görsel 1.77
Midenin yapısı

Mide duvarının iç yüzeyinde bulunan mukoza tabakası çok sayıda katlanmalara ve mide bezlerinin bulunduğu derin çukurlara sahiptir. Mide bezlerini oluşturan farklı görevdeki hücreler **mide öz suyu** adı verilen sindirim sıvısını salgılar. Mide öz suyu içinde pepsinojen enzimi, yüksek yoğunlukta hidroklorik asit (HCl) ve mukus bulunur. HCl mide öz suyunun pH'sının yaklaşık 2 civarında olmasını sağlar. HCl etkisiyle besinlerle gelen çoğu mikroorganizma ölür ve pepsinojen aktifleşerek pepsin enzimine dönüşür. Aktifleşen pepsinler daha fazla pepsinojen enzimini aktifleştirir. Kuvvetli asit ortamda en iyi (optimum) çalışan pepsin enzimi proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır. Mukus salgısı ise yoğun bir jel tabakası oluşturarak mukoza tabakasını kayganlaştırır ve buradaki hücreleri kendi salgıladığı asidik içerikten ve sindirim enzimlerinden korur. Ayrıca mide öz suyu nedeniyle hasar gören hücreler, her üç günde bir bölünen epitel hücreler sayesinde yenilenir.

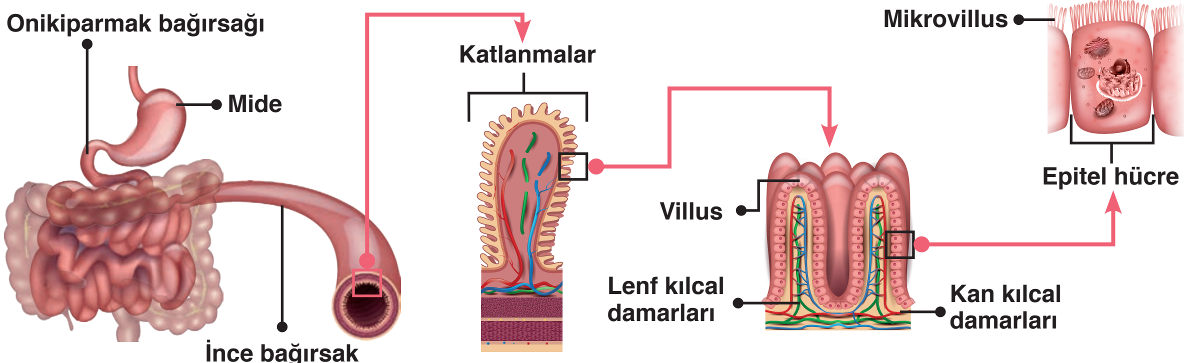
Mukozanın dışında yer alan kaslı tabakada enine, boyuna ve çapraz dizilmiş düz kaslar bulunur. Bu dizilim şekli, kasların kasılıp gevşemesi sırasında mide öz suyu ile besinlerin iyice karışmasını sağlar. Kas faaliyetleri ile mekanik sindirim gerçekleştirilir. Kısmen sindirilmiş besinler ve asidik mide öz suyu karışımı kimusu oluşturur. Midedeki besinler, ince bağırsağın sindirim ve emilim hızına göre kontrollü ve yavaş bir şekilde (2-6 saat) peristaltik hareketlerle ince bağırsağa iletilir.

Midenin en dışında bağ doku ve epitel dokudan oluşan **periton** bulunur. Periton ince bir zar şeklinde karın boşluğundaki diğer organların da dış yüzeyini örter, karın boşluğu duvarını astarlar. Buradaki epitel dokunun salgı yapan hücreleri organların yüzeyini kayganlaştırır, hareketlerini kolaylaştırır, sürtünmeyi önler.

Midenin çalışmasını vagus siniri ve gastrin hormonu düzenler. Besinin görüntüsü, kokusu, tadı hatta düşünülmesi ve mide duvarına teması ile oluşan sinirsel uyarılar; mide kas faaliyetlerinin artmasını sağlar ve mide öz suyu salgılanmasını uyarır. Besinin mideye ulaşması ve mide duvarında oluşan gerilim etkisiyle mide bezlerinden gastrin hormonu salgılanır ve kana verilir. Gastrin hormonu kan yoluyla tekrar mideye gelerek hem mide öz suyu salgılanmasını hem de mide hareketlerini uyarır. Midede besin bulunduğu sürece sinirsel ve hormonal düzenleme ile mide öz suyu salgılanması devam eder.

İNCE BAĞIRSAK

Sindirim kanalında mide ile kalın bağırsak arasında kalan 6 metrenin üstünde uzunluğu olan bir organdır. İnce bağırsak diğer sindirim organlarında olduğu gibi içten dışa doğru mukoza, düz kas ve bağ doku tabakalarından oluşur. Mukoza tabakası hem salgılama hem de emilimin yapıldığı yerdir. Mukoza tabakası çok sayıda katlanmalar yapmıştır. Bu katlanmaları oluşturan epitel doku hücreleri bağırsak boşluğuna doğru çok sayıdaki parmak şeklinde **villus** adı verilen kıvrımlar oluşturur. Villuslarda kan kılcal damarları ve lenf kılcal damarları bulunur. Villusu oluşturan epitel hücrelerin her birinin bağırsak boşluğuna bakan yüzeylerinde de **mikrovillus** adı verilen sitoplazmik uzantılar vardır. Mukoza tabakasındaki katlanmalar, villuslar ve mikrovilluslarla ince bağırsağın emilim yüzeyi yaklaşık 300 m^2ye ulaşır. Villuslardaki epitel hücrelerin ömürleri yaklaşık 5 gündür. Yaşlanan hücreler bağırsak sıvılarına karışırken alttaki hücrelerin hızlı mitoz bölünmeleri ile kısa sürede yenileri yapılır. İnce bağırsağın yapısını gösteren kesitler Görsel 1.78'de gösterilmiştir.



Görsel 1.78
İnce bağırsağın yapısı

Mukoza tabakasında salgı yapan bezlerin bir kısmı bağırsak duvarı hücrelerini koruyan ve bağırsak yüzeyini kayganlaştıran mukusu bir kısmı da sindirim enzimlerini salgılar. Ağız boşluğu ve midede bazı besinlerin kimyasal sindirimi başlasa da kimyasal sindirimin yoğun olarak gerçekleştiği yer ince bağırsaktır. İnce bağırsakta karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asitlerin kimyasal sindirimi gerçekleşir. İnce bağırsakta görev yapan sindirim enzimleri disakkaridazlar (maltaz, laktaz, sukraz), aminopeptidaz, karboksipeptidaz, dipeptidazlar, nükleotidazlar, nükleozidazlar, fosfatazlardır.

İnce bağırsaktaki kas tabakasını halkasal ve uzunlamasına yerleşmiş düz kaslar oluşturur. Kaslar peristaltik hareketlerle besinin ilerlemesini sağlar. İnce bağırsağın dışında da periton adı verilen zar tabakası bulunur.

İnce bağırsak üç bölümden oluşur. Mideden sonra gelen 25 cm'lik ilk bölüme **onikiparmak bağırsağı** (duodenum), orta bölüme **boş bağırsak** (jejunum) ve kalın bağırsakla bağlantılı olan son bölüme **kıvrımlı bağırsak** (ileum) adı verilir. Jejunum ve ileumun toplam uzunluğu yaklaşık 6 metredir.

Mideden onikiparmak bağırsağına geçen asidik kimus; pankreas, karaciğer, safra kesesinden gelen sıvılar ve bağırsak duvarındaki bezlerden salgılanan sıvılarla onikiparmak bağırsağında karışır. Onikiparmak bağırsağının mukoza tabakasındaki bezler tarafından salgılanan sıvılar içindeki mukus, bağırsak duvarındaki hücreleri asidik kimustan korur. Salgı içindeki bikarbonat iyonları (HCO_3^-) da pH değerinin nötr ya da hafif bazik olmasında rol oynar. İnce bağırsaktaki kimyasal sindirim için ortam pH'sının 7,5-8,0 olması gerekir. İnce bağırsakta pH'yı nötralize eden diğer kaynaklar ise pankreas, karaciğer ve safra kesesi salgıları içindeki bikarbonat iyonudur.

İnce bağırsak hem sindirim kanalına gönderdiği ekzokrin salgıları ile hem de ürettiği hormonlarla karma bez özelliği gösteren bir organdır. Asidik kimus etkisiyle ince bağırsak duvarından sekretin ve kolesistokinin hormonları salgılanıp kana verilir. Bu hormonlar kan yoluyla hedef organlarına taşınır ve bu organların sindirimdeki görevlerini yapmalarını sağlar. Karaciğer, safra kesesi ve pankreastan gelen salgılar onikiparmak bağırsağı üzerindeki Vater kabarcığı olarak bilinen kısımdan sindirim kanalına boşaltılır. Sindirim sisteminde görevli hormonlar ve etkileri Tablo 1.1'de gösterilmiştir.

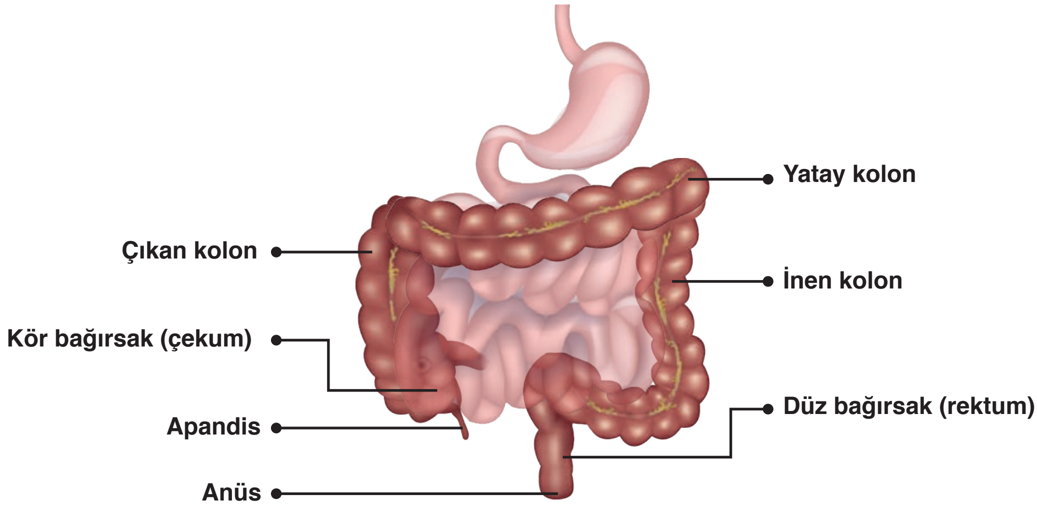
Tablo 1.1: *Sindirim Sisteminde Görevli Hormonlar ve Etkileri*

Hormon	Salgılandığı Organ	Hedef Organ	Etkisi
Gastrin	Mide	Mide	Mide öz suyu salgılanmasını uyarır.
Sekretin	İnce bağırsak	Pankreas	Pankreastan bikarbonat iyonları (HCO_3^-) yönünden zengin, bazik bir sıvı salgılanmasını uyarır. Bu sıvı asidik kimusu nötr ya da hafif bazik yapar.
		Karaciğer	Karaciğerde safra salgılanmasını uyarır.
Kolesistokinin	İnce bağırsak	Pankreas	Pankreastan sindirim enzimlerinin salgılanmasını uyarır.
		Safra kesesi	Safra kesesinde depolanan safranın onikiparmak bağırsağına salgılanmasını uyarır.

İnce bağırsağın onikiparmak bağırsağı bölümü sindirimin yoğun olarak gerçekleştiği yerdir. Bundan sonraki jejunum ve ileum bölümlerinde kimyasal sindirimin yanında besinlerin, su ve iyonların emiliminin yaklaşık %90 gibi büyük bir bölümü gerçekleşir. İnce bağırsağın son kısmı olan ileum kalın bağırsakla bağlantılıdır. Burada bulunan sfinkter, peristaltik hareketlerle gelen kimusun kontrollü bir şekilde kalın bağırsağa geçmesini sağlar.

KALIN BAĞIRSAK

Kalın bağırsak, sindirim kanalının ince bağırsaktan sonra başlayan ve anüs ile sonlanan **kör bağırsak** (çekum), **kolon** ve **düz bağırsak** (rektum) bölümlerinden oluşan 1-1,5 m uzunluğundaki kısmıdır. İnce bağırsağın kalın bağırsakla birleştiği yerde kör bağırsak bulunur. Kör bağırsağın parmak şeklindeki çıkıntısına **apandis** adı verir. Apandis, görevi tam olarak bilinmemekle birlikte yapısında bulunan lenf düğümleri nedeniyle bağışıklıkta (ihmal edilecek düzeyde) rol oynar. Apandisteki iltihaplanma sonucu apandisit rahatsızlığı oluşur. Kalın bağırsak önce yukarı doğru çıkan, sonra yatay ilerleyen ve daha sonra aşağı doğru inen kolon bölümleri ile ince bağırsağı sarar. Kalın bağırsağın kolondan sonraki düz bağırsak bölümü anüsle bağlantılıdır. Kalın bağırsağı oluşturan bölümler Görsel 1.79'da gösterilmiştir.



Görsel 1.79
Kalın bağırsağın bölümleri

Kalın bağırsağın yapısı ince bağırsağa benzer. Sindirim kanalı boşluğuna bakan kısmında epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası, ortada peristaltik hareketlerde etkili olan halkasal ve uzunlamasına yerleşmiş düz kaslar ve en dışta periton bulunur. İnce bağırsaktan farklı olarak kalın bağırsak mukozasında villuslar ve sindirim enzimi üreten bezler bulunmaz. Kalın bağırsakta kimyasal sindirim olmaz. Burada bol miktarda mukus salgılayan ve emilimde görevli hücreler bulunur.

Kalın bağırsağın temel görevi, sindirim kanalına girmiş olan sindirim sıvılarındaki suyu geri kazanmaktır. Su ile birlikte çeşitli iyonların emilimi de gerçekleşir. Böylece ince bağırsaktan gelen içinde sindirilmemiş besinlerin de bulunduğu posa yarı katı hâle gelerek dışkıyı oluşturur. Kalın bağırsağın mukus salgısı; bağırsak duvarını yıpranmalara karşı korur, dışkıyı bir arada tutan yapışkan bir ortam oluşturur ve bağırsak iç yüzeyini kayganlaştırarak dışkı hareketini kolaylaştırır.

Kalın bağırsak içindeki sindirilmemiş ve emilmemiş organik maddeler üzerinde yüzlerce bakteri türü yaşar. Çoğu zararsız olan bu bakterilerin metabolik aktiviteleri sonucu metan, hidrojen sülfür gibi gazlar açığa çıkar ve bu gazlar anüs yoluyla atılır. Kalın bağırsakta su ve iyon emilimi yanında bazı bakterilerin ürettiği folik asit, biotin, B_{12} gibi B grubu vitaminleri ve K vitamini de emilerek kan dolaşımına katılır.

Dışkı dışarıya atılıncaya kadar kalın bağırsağın son bölümlerinde depolanır. Dışkıda çoğunluğu su olmak üzere selüloz lifleri, yağ, protein gibi sindirilmemiş besinler, inorganik maddeler, epitel hücre döküntüleri, ölü bakteriler gibi birçok içerik bulunur. Kalın bağırsağın son bölümü olan rektum ve anüs arasında iki sfinkter bulunur. İçteki sfinkter istemsiz kasılırken dıştaki sfinkter istemli kasılır. Kolondaki güçlü kasılmalar günde birkaç kez dışkılama isteği oluşturur.

MERAKLISINA

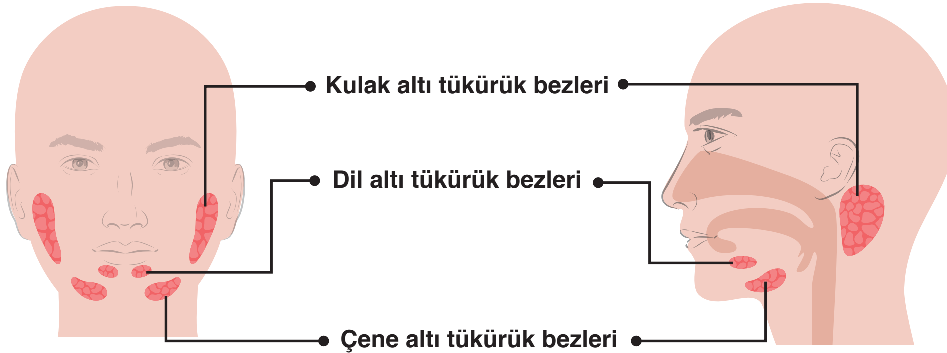
Kalın bağırsakta en fazla bulunan bakteri türü *Escherichia coli (Eşerişya koli)*'dir. Bu bakteri türünün göl ve nehirlerdeki varlığı, lağım sularının arıtılmadan bu sulara karıştırıldığının göstergesidir.

SİNDİRİME YARDIMCI YAPI VE ORGANLAR

Sindirim sistemine yardımcı yapı ve organlar tükürük bezleri, pankreas ve karaciğerdir. Bu yapılar salgılarını sindirim kanalına vererek sindirime yardımcı olurlar. Karaciğerde üretilen safra, safra kesesinde depo edilir.

TÜKÜRÜK BEZLERİ

Sindirime yardımcı olan tükürük bezleri; kulak altı, dil altı ve çene altı bezleri olmak üzere üç çifttir (Görsel 1.80). Besinin ağza alınmasıyla oluşan sinirsel uyarılar beyin sapındaki merkezin uyarılmasına ve tükürük salgısına neden olur. Tükürük salgılanmasında kazanılmış refleks olarak besini görmek, kokusunu almak gibi uyarılar da etkilidir. Tükürük bezleri ekzokrin bez özelliği gösterir ve tükürüğü bir kanalla ağız boşluğuna salgılar. Günlük ortalama 1 litre tükürük salgılanır. Tükürüğün içinde amilaz (pityalin) enzimi, mukus, su, bikarbonat, potasyum, sodyum, klor, kalsiyum gibi iyonlar ve antimikrobiyal maddeler bulunur.

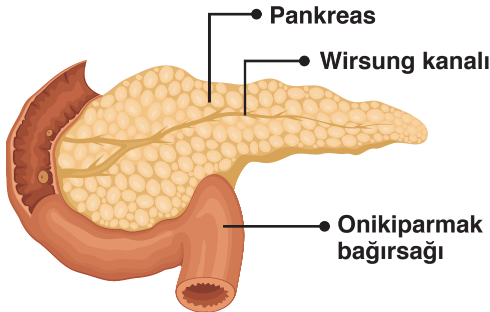


Görsel 1.80
Tükürük bezleri

Besinlerle gelen ve ağız içindeki bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucu oluşan asidik maddeler tükürük içindeki iyonlarla nötralize edilir. Ortam pH'sı 6,0-7,0 arasında tutularak amilaz enziminin optimum etkiyi göstermesi sağlanır. Ağızda amilaz enzimi ile nişasta ve glikojenin kimyasal sindirimi başlar. Mukus salgısı ile ağız iç yüzeyi korunur, besinlerin yutulması kolaylaşır. Ağızda bulunan diş çürümelerine neden olan bakteriler ile besinlerle gelen bakteriler tükürük içindeki lizozim enzimleri ve antikorlarla yok edilir.

PANKREAS

Pankreas; midenin arka ve alt tarafında, mide ile onikiparmak bağırsağı arasında yatay uzanan yaprak şeklinde büyük bir bezdir. Onikiparmak bağırsağı ile bağlantılıdır. Endokrin ve ekzokrin salgıları nedeniyle karma bez özelliğindedir. Pankreasın endokrin bez özelliği insülin ve glukagon hormonlarını üretmesidir. Bu hormonlar kandaki glikoz miktarını düzenler. Pankreasın ekzokrin bez özelliği ise sentezlediği sindirim enzimlerini ve bikarbonat iyonu yönünden zengin sıvıyı taşıyan pankreas öz suyunu onikiparmak bağırsağına salgılamasıdır. Pankreastan gelen sıvıların onikiparmak bağırsağına iletilmesini sağlayan kanala **Wirsung kanalı** adı verilir (Görsel 1.81).



Görsel 1.81
Pankreas

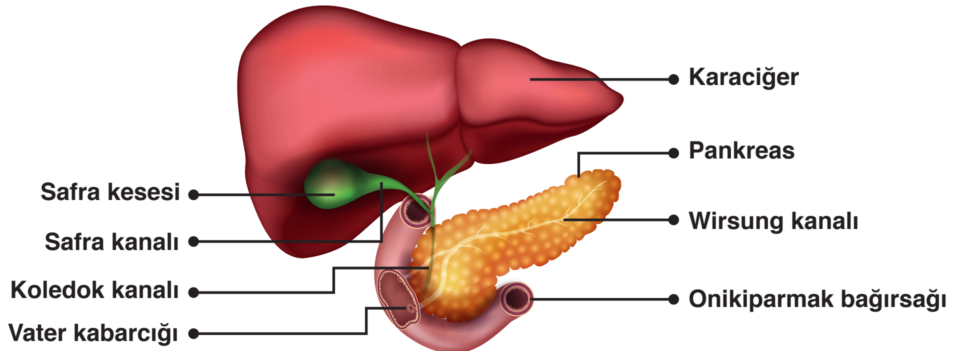
Pankreasın ekzokrin salgısının oluşumunda vagus siniri, sekretin ve kolesistokinin hormonları görevlidir. Mideden onikiparmak bağırsağına geçen kimus, ince bağırsaktan sekretin ve kolesistokinin hormonlarının salgılanmasını uyarır. Bu hormonlar kan yoluyla pankreasa ulaşır. Sekretin hormonu etkisiyle pankreastan bikarbonat iyonu miktarı bakımından zengin, bazik özellikte sıvı üretilir ve salgılanır. Bikarbonat iyonu ile mideden gelen asidik kimus onikiparmak bağırsağında nötralize edilir, pankreas enzimlerinin etkinliği için uygun pH ortamı oluşturulur.

Kolesistokinin hormonu; pankreasın karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asit sindiriminde görevli enzimleri üretmesini ve salgılamasını uyarır. Pankreas öz suyu içindeki sindirim enzimleri; amilaz, lipaz, nükleazlar (deoksiribonükleaz ve ribonükleaz), tripsinojen, kimotripsinojen, prokarboksipeptidazdır. Protein sindiriminde görevli olan enzimler inaktif olarak salgılanır, onikiparmak bağırsağında aktifleştirilir. Tripsinojen ince bağırsak hücrelerinin ürettiği enterokinaz enzimi ile aktifleştirilir, tripsin enzimine dönüştürülür. Tripsin de kimotripsinojen enzimini kimotripsin ve prokarboksipeptidaz enzimini karboksipeptidaz şeklinde aktifleştirir.

KARACİĞER

Karaciğer; deriden sonra vücudun en büyük organıdır. Endokrin ve ekzokrin salgılarıyla büyük bir karma bezdir. Ağırlığı yaklaşık 1,5 kg'dır. Diyafram kasının altında karın boşluğunun sağ üst kısmında yer alır. Karaciğerde sindirim enzimi üretilmez. Karaciğerin sindirim sistemindeki görevi; safrayı üretmesi ve salgılamasıdır. Safra içinde; safra tuzları, yağ asitleri, bilirubin, kolesterol, bikarbonat, sodyum, klor gibi iyonlar ve su bulunur.

Karaciğer hücreleri sürekli safra üretir. Üretilen safra buradaki kanallarla karaciğerden çıkan karaciğer kanalına gönderilir. Karaciğer kanalının yan kolu olan safra kanalı safra kesesi ile bağlantılıdır. Safra burada depolanır ve yoğunlaştırılır. Karaciğer kanalının safra kanalından sonraki bölümü **koledok kanalı** adını alır. Koledok kanalı pankreastan gelen Wirsung kanalı ile birleşerek **Vater kabarcığı** denilen kısımdan onikiparmak bağırsağına açılır. Safrayı üretmesi ve kanallarla ince bağırsağa göndermesi karaciğerin ekzokrin bez özelliğidir. Görsel 1.82'de pankreas, karaciğer ve safra kesesinin kanal yapıları gösterilmiştir.



Görsel 1.82
Safra kesesinin, pankreasın ve karaciğerin kanal yapıları

Mideden onikiparmak bağırsağına geçen kimus içinde yağların bulunması ince bağırsaktan kolesistokinin hormonu salgılanmasını uyarır. Kolesistokinin hormonu kan yoluyla safra kesesine gelir, burada depolanan safranın koledok kanalına salgılanmasını uyarır. İnce bağırsağın ürettiği sekretin hormonu da karaciğerin safra üretmesinde etkilidir. Safra içindeki safra tuzları, yağların mekanik sindiriminde ve yağların kimyasal sindirimi sonucu oluşan yapı taşları ile yağda çözünen vitaminlerin emiliminde görevlidir. Görev sonunda safra tuzlarının büyük bir kısmı ince bağırsaktan emilerek safra üretilmesi için tekrar karaciğere gelir. Safra içindeki bikarbonat iyonu ise ince bağırsak pH değerinin nötralize edilmesine katkı sağlar. Safra içindeki bileşenlerin oranlarındaki değişim safra taşı oluşumuna neden olur. Safra taşı nedeniyle kanallarda meydana gelen bir tıkanıklık durumunda bilirubin kana karışır ve sarılık oluşur.

Vücudun birçok sistemi ile ilişkili, son derece önemli görevleri olan karaciğere iki koldan kan gelir. Bunlardan birisi mide, ince bağırsak, kalın bağırsak, pankreas ve dalaktan toplanan kanı getiren kapı toplardamarı, diğeri de kalpten çıkan aort atardamarının kollarından biri olan karaciğer atardamarıdır. Karaciğerden çıkan damar ise karaciğer toplardamarıdır.

Karaciğerin safra üretimi yanında diğer bazı görevleri şunlardır: Glikozun fazlasını glikojen şeklinde depolar, ihtiyaç durumunda tekrar glikoza dönüştürerek kandaki glikoz miktarını ayarlar. Karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasını düzenler. Demir, bakır, yağda çözünen vitaminler, amino asit ve yağları depolar. Glikoprotein, lipoprotein, kolesterol sentezler. Provitamin A'yı, A vitaminine dönüştürür. Kendisi için gerekli proteinleri üretmenin yanında albümin, fibrinojen, protrombin gibi plazma proteinlerini üretir ve kana verir. Antikor üreterek bağışıklıkta görev yapar. Embriyonik dönemde alyuvar üretir. Kupffer hücreleri ile yaşlanmış alyuvarları parçalar. Alyuvar içindeki hemoglobinin parçalanması sonucu oluşan bilirubin maddesinin safra içinde atılmasını ve dışkı ile vücuttan uzaklaştırılmasını sağlar. İlaçların, alkol ve zehirli maddelerin toksik etkilerini yok eder. Amino asit ve nükleik asit metabolizması sonucu oluşan amonyağı daha az zehirli olan üreye çevirir. Katalaz enzimi aktivitesi ile zehirli hidrojen peroksiti su ve oksijene parçalar. Ürettiği eritropoietin hormonu ile kırmızı kemik iliğinde alyuvar yapımında görev alır.

BESİNLERİN KİMYASAL SİNDİRİMİ

Ağızda başlayıp ince bağırsakta son bulan kimyasal sindirim ile karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asitler yapı taşlarına kadar parçalanır ve hücreler tarafından emilecek hâle getirilir. Monomer maddeler, su, iyonlar ve vitaminler ise sindirime uğramaz ya da doğrudan emilir.

Karbonhidratların kimyasal sindirimi ağızda başlar. Ağızda disakkarit sindirimi olmaz. Tükürük içindeki amilaz (pityalin) enzimi ile nişasta ve glikojen, maltoz ve küçük polisakkaritlere (dekstrin) parçalanır. Çiğneme işlevi ile substrat yüzey alanının genişletilmesi hidroliz oranını artırır. Ağızda besinlerin çok kısa süre kalması nişasta ve glikojenin tamamının sindirilebilmesine imkân vermez. Mide sıvısının pH'sı amilaz aktivitesi için uygun değildir. Burada karbonhidrat sindirimi olmaz. Karbonhidrat sindiriminde etkili olan amilaz ve diğer enzimler için ortam pH'sının optimum nötr veya hafif bazik olması gerekir. Ağızda sindirilmeden gelen karbonhidratlar onikiparmak bağırsağına geçtiğinde pankreas ve ince bağırsaktan salgılanan enzimlerle sindirime uğratılır. Pankreastan gelen amilaz enzimi nişasta ve glikojeni maltoz ve küçük polisakkaritlere parçalar. İnce bağırsak tarafından üretilen disakkaridazlardan maltaz enzimi maltozu, laktaz enzimi laktozu, sükraz enzimi sükrozu monosakkaritlerine hidroliz eder. Buradan üretilen dekstrinaz enzimi de küçük polisakkaritleri glikoz moleküllerine parçalar. İnsan sindirim sisteminde selülozu sindiren enzim üretilmez. Besinlerle alınan selüloz dışkı ile atılır.

Proteinlerin kimyasal sindirimi midede pepsin enzimi ile başlar. Pepsin enzimi pH'nın 2-3 olduğu aralıkta en iyi çalışır. 5'in üzerindeki pH'larda etkisini kaybeder. Proteinler pepsin enzimi ile küçük polipeptitlere hidroliz edilir. Onikiparmak bağırsağına geçen asidik kimus burada nötralize edilir. Pankreastan gelen ve ince bağırsakta aktive edilen tripsin ve kimotripsin enzimleri mideden gelen küçük polipeptitleri daha küçük polipeptitlere parçalar. Pankreastan gelen ve ince bağırsakta aktive edilen karboksipeptidaz enzimi de bu küçük polipeptitleri daha küçük peptitlere ve amino asitlere hidroliz eder. Küçük peptitler de ince bağırsak tarafından üretilen karboksipeptidaz, aminopeptidaz ve dipeptidaz enzimleri ile amino asitlere kadar parçalanır.

Yağların kimyasal sindirimi ince bağırsakta gerçekleşir. Mideden onikiparmak bağırsağına geçen kimus içindeki yağlar, safra kesesinden gelen safra içindeki safra tuzları ile mekanik sindirime uğrar. Safra tuzları, yağları küçük yağ damlacıklarına dönüştürür. Yüzey alanlarının genişlemesi ile pankreastan gelen ve yağların kimyasal sindiriminde görevli lipaz enziminin etkinliği artar. Yağlar lipaz enzimi ile yağ asitleri ve gliserole kadar parçalanır.

Nükleik asitlerin kimyasal sindirimi ince bağırsakta gerçekleşir. Pankreastan onikiparmak bağırsağına salgılanan sıvı içindeki nükleazların etkinliği ile nükleik asitler nükleotitlere parçalanır. İnce bağırsak tarafından üretilen nükleotidaz, nükleozidaz ve fosfataz enzimleri de nükleotitleri azotlu organik bazlara, pentozlara ve fosfatlara parçalar.

Sindirim kanalında karbonhidrat, protein, yağ ve nükleik asitlerin kimyasal sindirimi Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: *Sindirim Enzimleri ve Moleküllerin Sindirimi*

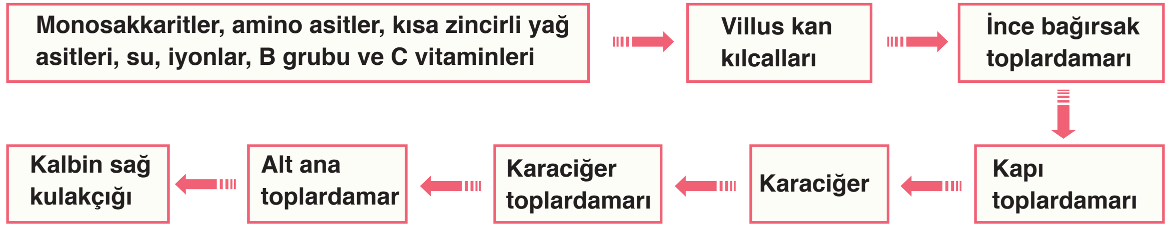
	Karbonhidrat Sindirimi	Protein Sindirimi	Yağ Sindirimi	Nükleik Asit Sindirimi
Ağız Boşluğu	Polisakkaritler (nişasta, glikojen) → **Tükürük amilazı** → Küçük polisakkaritler ve maltoz			
Mide		Proteinler → **Pepsin** → Küçük polipeptitler		
İnce Bağırsak (Pankreas enzimleri)	Ağızda sindirilmemiş polisakkaritler (nişasta, glikojen) → **Pankreas Amilazı** → Küçük polisakkaritler ve maltoz	Küçük polipeptitler → **Tripsin Kimotripsin** → Daha küçük polipeptitler → **Karboksipeptidaz** → Küçük peptitler ve Amino asitler	Yağlar → **Safra tuzları** → Yağ damlaları → **Lipaz** → Yağ asitleri ve gliserol	Nükleik asitler (DNA, RNA) → **Nükleazlar** → Nükleotitler
İnce Bağırsak (İnce bağırsak enzimleri)	Küçük polisakkaritler, disakkaritler (maltoz, laktoz, sükroz) → **Dekstrinaz Disakkaridazlar (maltaz, laktaz, sükraz)** → Monosakkaritler (glikoz, galaktoz, fruktoz)	Küçük peptitler → **Karboksipeptidaz Aminopeptidaz Dipeptidaz** → Amino asitler		Nükleotitler → **Nükleotidaz Nükleozidaz Fosfataz** → Azotlu organik bazlar, pentozlar, fosfat

BESİNLERİN EMİLİMİ

Sindirim kanalındaki besinlerin vücuttaki hücrelere ulaşabilmesi için buradaki mukoza tabakasından emilerek dolaşıma katılmaları gerekir. Besinlerin sindirimi sonucu oluşan monomer moleküller ile vitamin, su ve iyonların emilimi sindirim kanalının farklı bölümlerinde gerçekleşir. Ağızda ve yemek borusunda besin maddelerinin emilimi olmaz. Bazı zehirli maddeler ve bazı hormonların emilimi ağızda, alkolün emilimi ise midede gerçekleşir. Bazı ilaçların emilimi hem ağız hem midede gerçekleşir. İnce bağırsakta ise monomer maddelerin, vitaminlerin, suyun ve iyonların emilimi olur. Kalın bağırsakta su, iyonlar ve bağırsak bakterilerinin ürettiği vitaminler emilir. Emilimde pasif ve aktif taşıma olayları etkilidir.

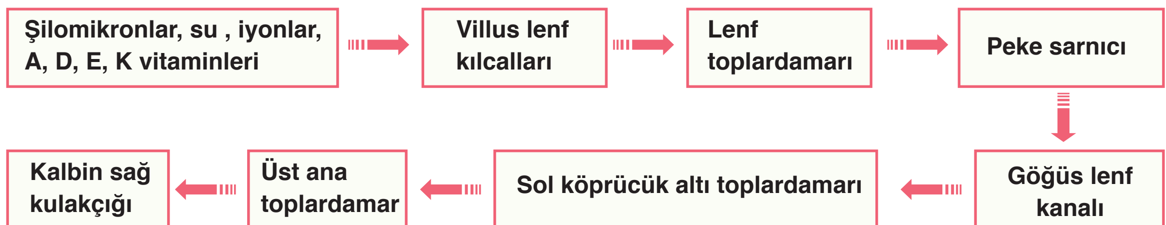
Besin maddelerinin emiliminin önemli bir kısmı ince bağırsakta gerçekleşir. İnce bağırsağın mukoza tabakasındaki katlanmalar, villuslar ve mikrovilluslar ile oluşan geniş emilim yüzeyi bu sonucu doğurur. Villuslardaki epitel hücreler tarafından emilen besin maddeleri buradaki kan kılcal damarları veya lenf kılcal damarları ile dolaşıma katılır.

Villuslardaki epitel hücreler tarafından emilen monosakkaritler, amino asitler, kısa zincirli yağ asitleri, su ve iyonlar ile B grubu vitaminleri ve C vitamini villus kan kılcallarına geçer. Villus kan kılcallarından buradaki toplardamarlara geçen besinler kapı toplardamarı ile karaciğere gelir. Karaciğere gelen besinler tüm vücuda gönderilmeden önce burada homeostasi için birtakım düzenlemelere ve dönüşümlere uğrar. Glikozun fazlasının glikojen şeklinde depolanması, besin içindeki toksik maddelerin etkisiz hâle getirilmesi bunlardan bazılarıdır. Dolayısıyla karaciğeri terk eden karaciğer toplardamarının içeriği değişir. Karaciğer toplardamarı alt ana toplardamarla bağlantılıdır. Alt ana toplardamara geçen kan kalbin sağ kulakçığına gelir (Şema 1.4).



***Şema 1.4:** İnce bağırsakta emilen maddelerin kanda taşınması sırasında izlediği yol*

Yağların sindirimi sonucu oluşan yağ asitleri ve gliserol ile su, bazı iyonlar ve yağda çözünen A, D, E, K vitaminleri ise villus epitel hücreleri tarafından emildikten sonra farklı bir yolla taşınır. Yağ asitleri ve gliserol villus epitel hücrelerinde tekrar birleşerek trigliseritleri oluşturur. Trigliseritlerin üzeri fosfolipit, kolesterol ve proteinle kaplanarak **şilomikron** adı verilen ve suda çözünen küreciklere dönüşür. Şilomikronlar ekzositozla epitel hücrelerden çıkar ve villuslardaki lenf kılcallarına geçer. Lenf kılcalları lenf toplardamarları ile bağlantılıdır. Lenf toplardamarları karın bölgesinde peke sarnıcı denilen kese şeklindeki genişlemiş bölüme açılır. Lenf sıvısı içinde taşınan şilomikronlar, iyonlar ve A, D, E, K vitaminleri peke sarnıcından göğüs lenf kanalına geçer. Göğüs lenf kanalındaki lenf sıvısı sol köprücük altı toplardamarı ile kan dolaşımına katılır. Sol köprücük altı toplardamarı üst ana toplardamarla bağlantılıdır. Üst ana toplardamar da kalbin sağ kulakçığına açılır (Şema 1.5). İnce bağırsaktan emilen besinler farklı yollarla kalbe ulaştıktan sonra bütün vücuda gönderilir.



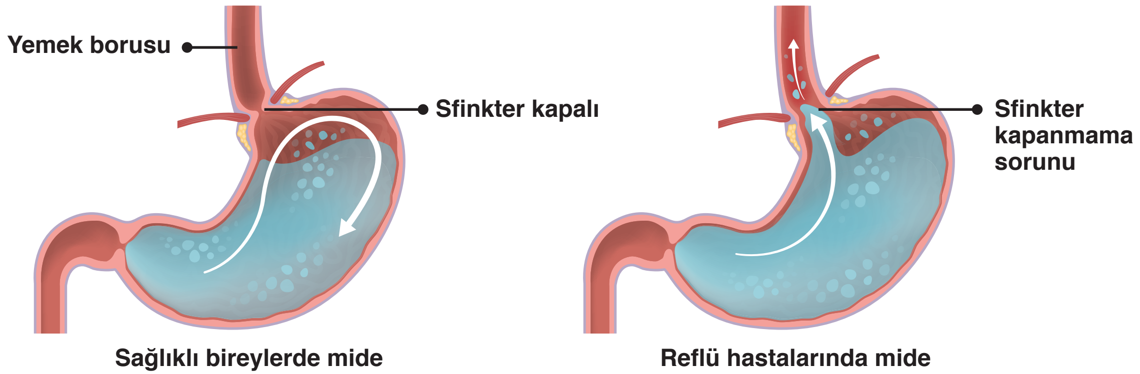
***Şema 1.5** İnce bağırsakta emilen maddelerin lenfte taşınması sırasında izlediği yol*

3.2. SİNDİRİM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Yemek yeme alışkanlıkları, besinlerin yeterince temiz olmaması, bazı gıdaların fazla tüketilmesi, yaşam tarzı vb. faktörler bazı sindirim rahatsızlıklarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Reflü, gastrit, ülser, hemoroit, kabızlık ve ishal sindirim sistemi rahatsızlıklarına örnek verilebilir.

REFLÜ

Mide ile yemek borusu arasında gıdaların geçişine izin veren ama geri kaçmasını önleyen bir sfinkter mekanizması bulunur. Buradaki sfinkterin yeterince kapanmaması mide içeriğinin yemek borusuna geri kaçmasına yol açar. Bu duruma **reflü** denir (Görsel 1.83). Mide içeriğindeki asit, yemek borusu duvarını tahriş eder ve midede yanma hissine neden olabilir. Alkollü içecek tüketmek ve tütün mamulleri kullanmak sfinkterin gevşemesine neden olarak sorunu daha da kötüleştirebilir. Kahve, çikolata, domates, yağlı gıdalar, portakal suyu, asitli içecekler, nane, soğan gibi gıdalar genellikle mide asidi salgısını güçlü bir şekilde uyarır. Reflü rahatsızlığı olan kişiler hem bu tür gıdaları tüketmekten kaçınarak hem de yemekten hemen sonra yatmayarak rahatsızlıklarını kontrol altına alabilir.



Görsel 1.83
Sağlıklı bir bireyde ve reflü hastalarında mide

GASTRİT

Mideyi asidik etkilerden koruyan mukoza tabakasındaki özelleşmiş hücreler, mide iç yüzeyini kaplayan akışkan bir mukus üretir. Mide iç duvarını döşeyen mukozanın iltihaplanması durumuna **gastrit** denir. Mide mukozasının zarar görmesi daha fazla mide asidi üretimine de neden olabilir. Fazla asit üretiminin yanında düzensiz ve kötü beslenmek, çok sık ağrı kesici kullanmak, aşırı alkollü içecek tüketmek ve tütün mamulleri kullanmak, stres ve bakteri enfeksiyonları da mide mukozasına zarar verir. Gastrit sıklıkla karın ağrısı, mide bulantısı, midede ekşime gibi belirtilerle kendini gösterir.

ÜLSER

Mide sıvılarının etkisi sonucu mide mukozasının tahrip olmasıyla oluşan yaraya **ülser** denir. Ülser, onikiparmak bağırsağı ve yemek borusunda da oluşabilir. Gastrite neden olan etmenler ülsere de neden olabilir. Ülserin oluşması için asidik koşulların yanında en büyük etken *Helicobacter pylori (Helikobakter pilori)* bakterisidir. Aside dirençli olan bu bakteri, mukoza tabakasına yerleşir ve dokuyu tahrip eder. Özellikle onikiparmak bağırsağı ülserlerinin neredeyse tamamında *H. pylori*'ye rastlanmıştır.

HEMOROİT

Anüs bölgesindeki toplardamarlara baskı uygulanması sonucu hemoroit (basur) gelişir. Dışkılama sırasında ıkınma, kronik ishal ya da kabızlık, aşırı kilo ve obezite, gebelik gibi durumlarda oluşan baskı sonucu toplardamarlar genişler. Baskı devam ederse şişkin damardan kan sızabilir ya da bölgede pıhtı oluşabilir. Kanama veya kaşıntı genellikle hemoroitin ilk belirtileridir. Hemoroitten korunmak için yüksek lifli diyetlerle beslenerek kabızlıktan kaçınmak gerekir.

KABIZLIK

Her insanın kendine özgü bir dışkılama sıklığı vardır. Genellikle bağırsak hareketliliğinin azalmasından kaynaklı dışkılama sıklığında da azalma durumu görülür. Seyrek veya zor dışkılama kabızlık sorunu olarak ifade edilir. Dışkı kolonda uzun süre kaldığı için aşırı su emiliminden dolayı kuru ve sert hâle gelir. Dışkılamayı geciktirme alışkanlığı, kolon spazmları, yeterli miktarda su tüketmeme, beslenme alışkanlıklarının ve diyetin değiştirilmesi, lifli gıdaların yeterli tüketilmemesi kabızlığa neden olabilir. Başta meyveler olmak üzere lifli gıdaların tüketilmesi ve günlük ihtiyaç duyulan su miktarının alınması kabızlığı önler. Sabahları aç karnına kuru kayısı, incir, kabuklu elma gibi yiyecekler yiyerek bu yiyeceklerden sonra ılık su içmek bağırsak hareketlerini kolaylaştırır.

İSHAL

İshal, kabızlığın aksine artan bağırsak hareketliliğinin neden olduğu sulu dışkılamadır. Bağırsak hareketliliğinin artmasına bağlı olarak bağırsaklarda emilim azalır, dışkının hacmi ve sıvı içeriği artar. İshal su kaybının yanında elektrolit dengesizliğine de yol açar. Stres, laktoz intoleransı, çeşitli mikroorganizmalar ve virüsler ishale yol açabilir. Kaybedilen sıvı miktarı ve elektrolitler tamamlanmalı, lifli diyet uygulanmalı ve doktorun önerileri doğrultusunda tedavi edilmelidir.

3.3. SİNDİRİM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Sindirim sisteminin sağlıklı yapısını korumak için tüketilen besinin ve içilen suyun temiz olduğundan emin olunmalıdır. Diş çürümesi, diş eti hastalıkları, ishal, tifo, kolera, hepatit, bağırsak paraziti gibi birçok hastalığın nedeni doğru yıkanmamış besinler ve kirli sulardır. Ayrıca doğru pişirilmemiş hayvansal gıdalarla bağırsak solucanı, tenya gibi parazitler vücuda yerleşebilmektedir. Besin ve su temizliği yanında ağız, diş ve el temizliği başta olmak üzere kişisel temizlik kurallarına dikkat edilmelidir. Diş çürümesi ve diş eti hastalıklarının vücuttaki birçok sistemi etkilediği bilinmektedir. Çürük ve iltihaplı bölgeden kan yoluyla taşınan virüs ve mikroorganizmalar kalp, böbrek, eklem rahatsızlıkları gibi vücutta birçok hastalığa da neden olmaktadır. Besinler ağızda iyice çiğnenmeli, fazla baharatlı ve tuzlu, çok sıcak ve çok soğuk gıdalar tüketilmemelidir.

Beslenme; açlık duygusunu bastırmak, karın doyurmak veya canının çektiği şeyleri tüketmek değildir. Günümüzde fast-food tarzı beslenme alışkanlığının giderek yaygınlaşması ciddi sağlık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Fast-food gıdalarda enerji ve bazı besin öğeleri yönünden dengeli bir dağılım yoktur. Bu tür gıdalara renklendirici, tatlandırıcı ve aroma artırıcı katkı maddelerinin eklenmesi ve pişirilme tekniklerinin sağlıklı olmaması uzun dönemde obezite, kalp damar hastalıkları, kanser gibi hastalıkları tetiklemektedir. Fast-food gıdalarla beraber sıklıkla tüketilen asitli içecekler, çay ve kahve tüketmek demir emilimini engellemektedir. Asitli içecekler reflü gibi sindirim sistemi hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olur. Dengeli, düzenli ve yeterli beslenmek, bol su tüketmek, düzenli doktor kontrollerine gitmek sindirim sisteminin sağlığı için de gereklidir. Tütün ve tütün mamulleri ile alkollü ve asitli içeceklerden uzak durulmalıdır.

Sindirim sisteminde sık görülen hastalıklardan biri olan ülsere bakteriler yanında stres ve ruhsal gerginlikler de neden olmaktadır. Stresten uzak durmak, gün içerisinde düzenli fiziksel aktiviteler yapmak önemlidir. Hareketsiz yaşam tarzı nedeniyle artan sindirim problemlerinin önlenmesinde lif içeriği zengin gıdaların tüketilmesi gereklidir. Fiziksel olarak aktif olmak kilonun korunmasında, kan şekerinin düzenlenmesinde, vücudun su ve iyon dengesinin düzenlenmesinde etkilidir.

Sindirim sistemini etkileyen bir başka faktör de bilinçsiz antibiyotik kullanımıdır. Bilinçsiz antibiyotik kullanımı karaciğer hastalıklarına ve böbreklerde kalıcı hasarlara neden olmaktadır. Antibiyotiklerin bilinçsiz ve doktor kontrolü dışında kullanımı zararlı bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmasına neden olabilir. Ayrıca kalın bağırsakta çoğu zararsız bakteri toplulukları bulunur. Bu bakteriler K vitamini ve bazı B grubu vitaminlerin sentezini yapmakta, dışkı içindeki besinlerin sindirilmesine katkı sağlamakta ve zararlı bakterilerin çoğalmasını baskılamaktadır. Bilinçsiz antibiyotik kullanımı bağırsak mikrobiyomuna zarar vererek bakterilerin sayılarının azalmasına neden olmaktadır. Doktor tavsiyesinde antibiyotik kullanılmalı, antibiyotiğin dozuna ve kullanım süresine dikkat edilmelidir.

ETKİNLİK 30 dk.

Etkinliğin Adı: Ne Yediğin Kadar Nasıl Yediğine De Dikkat Et! **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: Sindirim sistemi sağlığının korunmasında dikkat edilmesi gerekenleri açıklayabilme.

1. Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Genellikle fast-food tarzı beslenen genç bir birey; şişkinlik, karın ağrısı ve dışkılama bozukluğu şikâyetleri nedeniyle doktora başvurur. Doktor; şikâyetlerinin ne zamandır devam ettiğini, doktor kontrolünde olmadan antibiyotik ya da başka bir ilaç kullanıp kullanmadığını, son zamanlarda stres altında olup olmadığını sorar. Yaptığı tetkiklerden sonra hastasına irritabl bağırsak sendromu (İBS) teşhisi koyar. Hastalığın tedavisi sırasında yapması gerekenleri anlatır.

İBS; karın ağrısı, şişkinlik, his bozukluğu ve bozulmuş bağırsak hareketleri ile karakterize olan bir sindirim sistemi rahatsızlığıdır. Genç yaştaki bireylerde ve erkeklere göre kadınlarda daha sık rastlanır. Alkol ve tütün mamulleri kullanma, bağırsak enfeksiyonları, bilinçsiz ilaç kullanımı, duygusal bozukluk, stres ve diyet değişiklikleri rahatsızlığın ortaya çıkmasının nedenleri arasında yer alır. İçerisinde probiyotik ve prebiyotiklerin yer aldığı, doktor tarafından önerilen kişiye özel diyet tedavisi olumlu etkilere sahiptir.

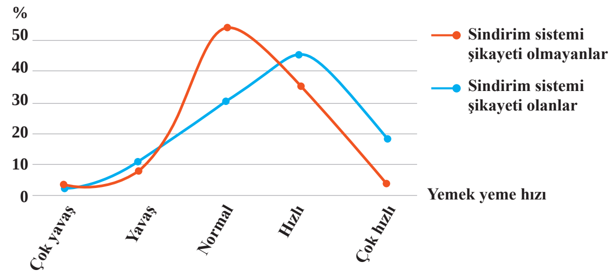
1. İshal durumunda posalı yiyeceklerle beslenmek ve bol su tüketmek neden önemlidir? Tartışınız.

2. Bilinçsiz ilaç ve antibiyotik kullanımı bağırsakların çalışmasını nasıl etkiler? Tartışınız.

3. Asitli içecekler tüketmenin ve fast-food tarzı beslenmenin sindirim sistemi üzerine etkileri nelerdir? Tartışınız.

2. Yönerge: *Aşağıdaki metin ve grafikten yararlanarak soruları cevaplayıp etkinliği tamamlayınız.*

Bireylerin yemek yeme hızları ile sindirim sistemi rahatsızlıkları arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere rastgele seçilmiş yetişkinlerden oluşan bir araştırma grubundan elde edilen verilerle yandaki grafik oluşturulmuştur. Araştırmada sindirim sistemiyle ilgili şişkinlik, mide yanması, reflü, gastrit gibi rahatsızlıklar ek olarak incelenmiştir (Barlin ve Ercan, 2020).



1. Sindirim sistemi şikayeti olan bireylerdeki yemek yeme alışkanlıklarının bu rahatsızlıkların ortaya çıkma sebepleriyle ilişkisini nasıl açıklarsınız? Tartışınız.

2. Verilen grafikteki çizgilerin neyi ifade ettiği açıklama olarak verilmeseydi hangisinin sağlıklı bireylere ait olduğunu nasıl anlardınız? Açıklayınız.

3. Sağlıklı beslenme ve sindirim sisteminizin sağlığını korumak için aşağıdaki kutucuklarda yer alan ifadelerden en çok dikkat ettiklerinizi işaretleyiniz.

Çok baharatlı ve tuzlu gıdalar tüketmek ○	Besinleri iyice çiğnemek ○	Düzenli fiziksel aktiviteler yapmak ○
Düzenli doktor kontrolü yaptırmak ○	Asitli içecekler tüketmemek ○	Lifli gıdalar tüketmek ○
Çok sıcak ve çok soğuk gıdalar tüketmemek ○	Bilinçsiz ilaç ve antibiyotik kullanmamak ○	Besinlerin temizliğine ve kişisel temizliğe dikkat etmek ○
Fast-food tarzı besinlerden uzak durmak ○	Stresten uzak durmak ○	Dengeli, düzenli ve yeterli beslenmek ○

Aşağıdaki soruyu yapılandırılmış kutu (grid) yöntemine uygun biçimde cevaplayınız. Doğru kavram ve ifadelerin numaralarını boşluklara yazınız. Aynı kutucuğu birden fazla soru için kullanabilirsiniz.

1. Sindirim sisteminde görevli yapıların yanında verilen numaraları kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1 Mide	2 Yemek borusu	3 Karaciğer	4 Pankreas
5 Ağız	6 İnce bağırsak	7 Vater kabarcığı	8 Kalın bağırsak
9 Tükürük bezi	10 Wirsung kanalı	11 Safra kesesi	12 Dişler
13 Koledok kanalı	14 Küçük dil	15 Yutak	16 Epiglottis

a) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirim sistemi organlarıdır? ....

b) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirime yardımcı organlardır? ....

c) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangilerinde karbonhidrat sindirimi ile ilgili enzimler üretilir? ....

ç) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri onikiparmak bağırsağındaki yağ sindiriminde görev alan yapılardır? ....

d) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangilerinde kimyasal sindirim gerçekleşir? ....

e) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri asidik sıvı salgılar? ....

f) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri besinin solunum yollarına kaçmasını engeller? ....

g) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangilerinin salgıları asidik kimusu nötralize eder? ....

ğ) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri sindirimde görev yapan hormonları üretir? ....

2 ve 3. soruları sıralamaları ile ilgili yönergeler doğrultusunda cevaplayınız.

2. Aşağıda ince bağırsaktaki işaretlenmiş bir glikoz molekülünün kalbe varıncaya kadar izlediği yolda geçtiği yerler karışık olarak verilmiştir. Bu yapıları doğru olarak sıralayınız.

I. Kapı toplardamarı
II. Alt ana toplardamar
III. Villus kan kılcalları
IV. Karaciğer toplardamarı
V. Karaciğer
VI. Villus epitel hücresi
VII. Kalbin sağ kulakçığı

....

3. Aşağıda ince bağırsak epitel hücrelerinde üretilen bir şilomikron molekülünün kalbe varıncaya kadar izlediği yol gösterilmiştir. Bu yol üzerindeki numaralandırılmış kısımların isimlerini yazınız.

Epitel hücredeki şilomikron → I → Lenf toplardamarı → Peke sarnıcı → II → Sol köprücük altı toplardamarı → III → Kalbin sağ kulakçığı

I : ....
II : ....
III: ....

4–9. çoktan seçmeli soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Uzun süreli antibiyotik kullanımının sakıncaları arasında

I. B ve K vitamini üreten faydalı bakterilerin zarar görmesine neden olması
II. Midede hormon salınımının artırılması
III. İnce bağırsakta emilim yüzeyini azaltması

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. Sindirimde görev alan

I. Sekretin
II. Kolesistokinin
III. Safra
IV. Enterokinaz
V. Pepsin

maddelerinin kan ve sindirim kanalında bulunuşu aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	Kanda	Sindirim Kanalında
A)	I ve II	III, IV ve V
B)	I, II ve V	III ve IV
C)	III ve V	I, II ve IV
D)	III, IV ve V	I ve II
E)	I, II ve III	IV ve V

6. Aşağıdakilerden hangisi sindirim sistemi rahatsızlığı değildir?

A) Artrit
B) Gastrit
C) Hemoroit
D) Kabızlık
E) Reflü

7. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi mekanik sindirimin amacını en iyi şekilde açıklar?

A) Makro besin maddelerinin yapı taşlarına ayrılmasını sağlamak
B) Sindirim organının sağlıklı yapısını korumak
C) Substratın yüzeyini artırarak enzim etkinliğini artırmak
D) Besin maddelerini hücre zarından geçebilecek boyuta getirmek
E) Besin monomerlerinden ATP üretilmesini sağlamak

8. I. Amino asit ⟶ Protein
II. Nişasta ⟶ Glikoz
III. Glikojen ⟶ Glikoz
IV. Yağ ⟶ Yağ asidi + Gliserol

Bu reaksiyonlardan hangileri insanda hem hücre içinde hem hücre dışında gerçekleşebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız IV C) III ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

9. Sağlıklı bir sindirim sistemine sahip olabilmek için

I. Sık ve çok yemek yeme alışkanlığı edinilmelidir.
II. Gün içerisinde yeterince su içilmelidir.
III. Yemekler hızlı yenmeli ve iyi çiğnenmelidir.

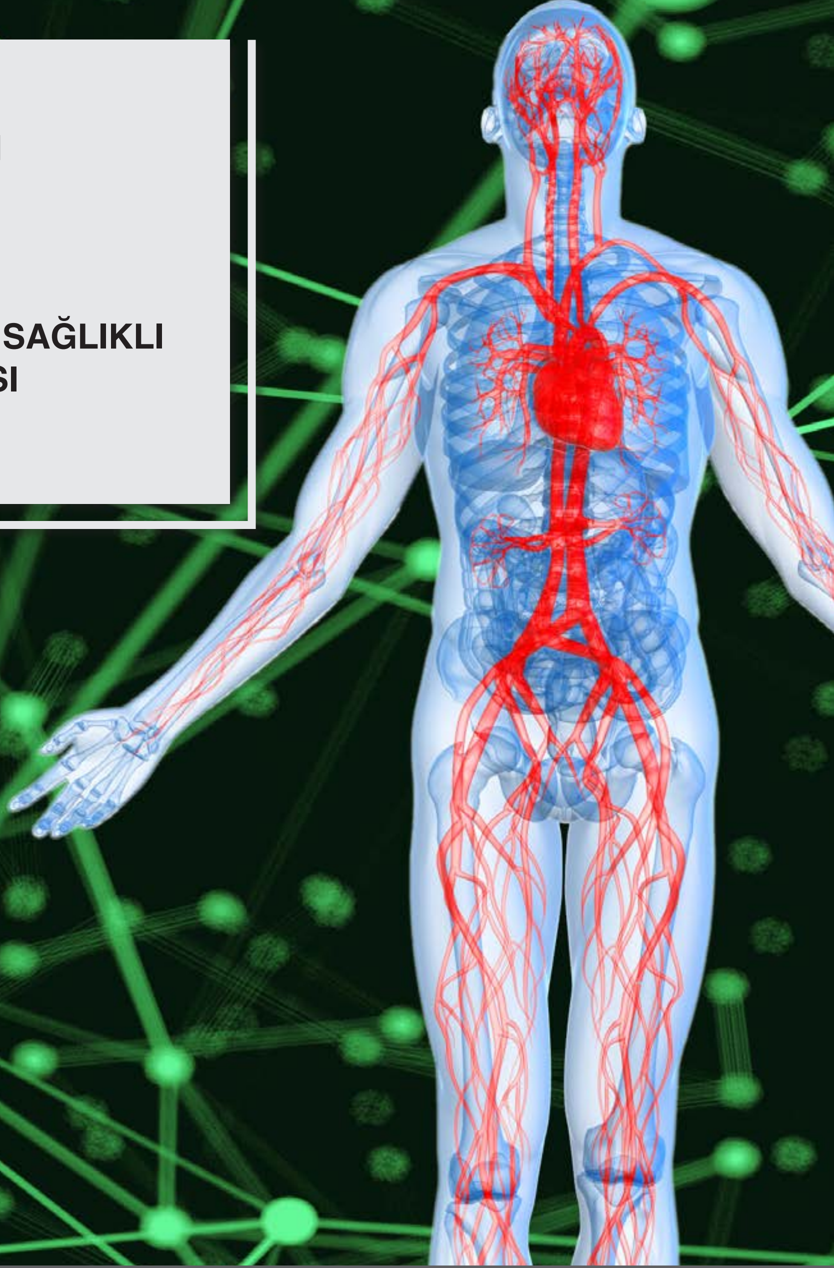
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



4. BÖLÜM



İÇERİK

Anahtar Kavramlar

Alyuvar, Akyuvar, Antijen, Antikor, Aşı, Bağışıklık, Damar, Enfeksiyon, İnterferon, Kalp, Kan, Kan bağışı, Kan dolaşımı, Kan grubu, Lenf dolaşımı, Nabız, Ödem, Tansiyon

KAN DAMARLARINDAKİ MİKRO ROBOTLAR

Vücutta sadece belli bölgelere erişebilen, günümüz teknolojileriyle geliştirilmiş tıbbi cihazların ya da robotların çok ince damarlara ve beyin gibi hassas bölgelere ulaşması hayli zordur. Örneğin damarlardaki sert fiziksel koşullar özellikle çok küçük boyuttaki mikro robotların hareketini zorlaştırıyor. Bu sorunun üstesinden gelmeyi amaçlayan araştırmacılar, kanser ilaçları taşıyabilen ve seçici olarak insan meme kanseri hücrelerini hedefleyebilen microrollers (mikro silindirler) ismini verdikleri hareketli mikro robotlar geliştirdiler. Bu mikro robotlar, insan vücudunda erişilmesi zor bölgelerdeki sağlık sorunlarının hem teşhisi hem de tedavisi için kullanılabilecek.

Araştırmacılar çalışmalarında kan damarlarının duvarları boyunca kan akışının tersi yönde hareket edebilen beyaz kan hücrelerinden ilham alarak bir mikro robot tasarladılar. Araştırma ekibinin tasarımını yaptığı küresel ve cam mikro parçacıklardan oluşan mikro silindirin bir yarısı nikel ve altından yapılmış ince bir manyetik nanofilm ile diğer yarısı ise bir kanser ilacı ve kanser hücrelerini tanıyan moleküller ile kaplandı.

Robotlar, laboratuvar ortamında kanserli ve sağlıklı doku karışımına maruz bırakıldığında seçici olarak kanser hücrelerine bağlandı. Kanser ilacının salınması için UV ışığı aracılığıyla robotlar aktive edildi. Saniyede 600 mikrometreye kadar hıza ulaşabilen ve boyutları 3-8 mikrometre arasında değişen (Kırmızı kan hücrelerinin çapı yaklaşık 8 mikrometredir.) mikro silindirlerin hareketi manyetik alan uygulanarak yönlendirildi. Araştırmanın bir sonraki adımı ise kısa bir süre içinde mikro silindirlerin hayvanlarda test edilmesidir. Gelecekte araştırmacılar ilaç salımını tetiklemek için ısı veya yakın kızılötesi ışık gibi farklı yöntemler de kullanmak istiyorlar. Ayrıca birkaç haftada ya da ayda vücutta parçalanacak olan biyobozunur malzemelerden mikro robot üretmek de araştırmacıların bir diğer amacıdır.

(Düzenlenmiştir.)

Özlem Ak, Kan Damarlarındaki Mikro Robotlar

HAZIRLIK SORULARI

1. **Bilim insanları neden kan içerisinde hareket edebilen mikro robotlar üretmek istemektedir?**
2. **Kanın doğal bileşimindeki maddeler nasıl hareket etmektedir?**
3. **Dolaşım sistemindeki olası bir sorun diğer doku ve organları nasıl etkiler?**

Bölümün sunu karekodu



4.1. DOLAŞIM SİSTEMLERİ

Her organizma çevresiyle madde alışverişi yapmak zorundadır. İnsan vücudunda da her hücre yaşamını sürdürebilmesi için madde alışverişine ihtiyaç duyar. Bu durumda oluşacak aksaklıklar ciddi sorunlara yol açabilir. Örneğin beyin, kalp gibi organlar birkaç dakika oksijensiz kaldığında bu organlardaki bazı hücreler ölür. Hücrelere ihtiyaç duyduğu besin maddeleri ve oksijeni ulaştıran, hücre dışına atılan maddeleri boşaltım organlarına taşıyan, vücudun savunmasında görev alan sistem **dolaşım sistemidir**.

Doku ve organlara maddelerin taşınması **kan dolaşım sistemi** sayesinde gerçekleşir. Hücreler arası boşlukta biriken doku sıvısı içindeki atıkların ve bazı sindirim ürünlerinin bir kısmının kan dolaşımına aktarılması ise **lenf dolaşım sistemi** sayesinde olur.

KAN DOLAŞIMI

İnsanda kan dolaşım sistemi; kanı pompalayan kalp, hücrelere kadar uzanan ve kanı taşıyan damarlar ile kan sıvısından oluşur.

MERAKLISINA

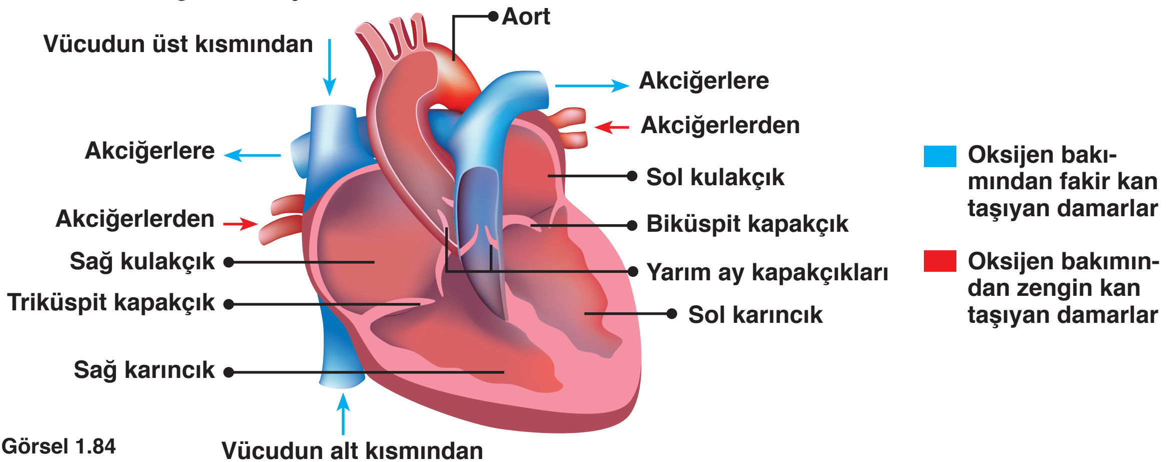
Kardia (kalp) ve vaculum (damar) kelimelerinden oluşan kardiyovasküler sistem; kalp, kan ve damarlardan oluşan dolaşım sistemini ifade eder.

KALP

Kalp yaklaşık olarak her insanın kendi yumruğu büyüklüğündedir. Kalp; göğüs kemiğinin (sternum) hemen arkasında ve iki akciğerin arasında yer alan, büyük çoğunluğu kas olan bir organdır. Dıştan içe doğru **perikart**, **miyokart** ve **endokart** olmak üzere üç tabakadan oluşur. **Perikart** kalbi ve kalbe bağlı damarların köklerini çevreleyen ve koni şeklinde bağ dokudan oluşmuş koruyucu bir kesedir. Çift katlı bu kesenin zarları arasında perikardiyal sıvı bulunur. **Miyokart** kalbin kas olan tabakasıdır. Kalp kası istemsiz kasılarak kanı odacıklarda sıkıştıran pompa görevi görür. **Endokart** ince tabaka hâlinde kalp boşluğunu saran kan damarı içermeyen kısımdır.

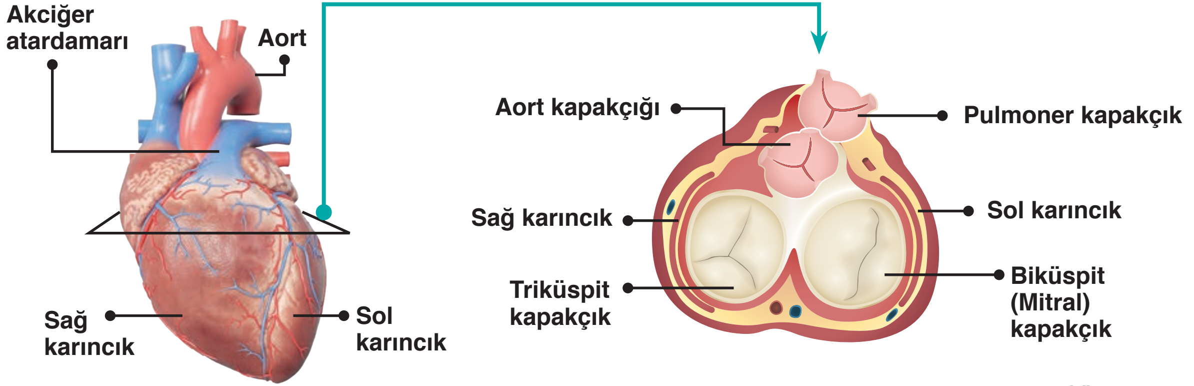
Kalpte iki kulakçık (atrium) ve iki karıncık (ventrikül) olmak üzere dört odacık bulunur. Kulakçıklar akciğerlerden ve diğer dokulardan kalbe geri dönen kanın toplandığı odacıklardır. Karıncıklar ise kanı akciğerlere ve diğer dokulara gönderen odacıklardır. Kalbin sağ tarafındaki odacıklarda (sağ kulakçık ve sağ karıncık) oksijen bakımından fakir, karbondioksit bakımından zengin kan bulunur. Kalbin sol tarafındaki odacıklarda (sol kulakçık ve sol karıncık) ise oksijen bakımından zengin, karbondioksit bakımından fakir kan bulunur.

Kulakçıklar ile karıncıklar arasında kulakçıklardan karıncıklara geçen kanın geri dönmesini engelleyen ve tek yönlü açılıp kapanan kapakçıklar bulunur. Bağ dokudan yapılmış bu kapakçıklara **atrioventriküler (AV) kapakçıklar** denir. Karıncıklar kasıldığı zaman oluşan basınç AV kapakçıklarının kapanmasını sağlayarak kanın kulakçıklara dönmesini engeller. Sağ karıncık ile sağ kulakçık arasında bulunan atrioventriküler kapakçığa **triküspit kapakçık** (üçlü kapakçık), sol karıncık ile sol kulakçık arasında bulunan atrioventriküler kapakçığa ise **biküspit kapakçık** (ikili kapakçık ya da mitral kapakçık) denir. Kalbin yapısı ve taşıdıkları oksijen bakımından sahip olduğu damarlar Görsel 1.84'te gösterilmiştir.



Görsel 1.84
Kalbin yapısı

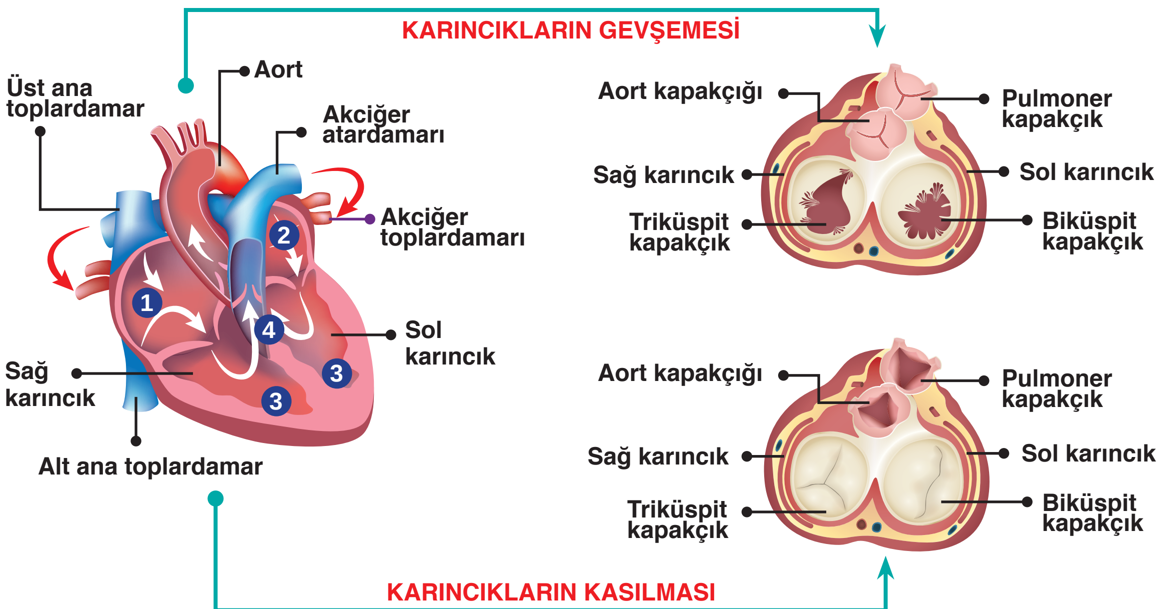
Karıncıklar ile kalpten çıkan büyük arterler (atardamarlar) arasında tek yönlü açılarak kanın karıncıklara geri dönmesini engelleyen **yarım ay** (semilunar) **kapakçıkları** bulunur. Aortun sol karıncığa bağlandığı yer **aort kapakçığı**, akciğer atardamarının sağ karıncığa bağlandığı yer ise **pulmoner kapakçık** olarak adlandırılır. Görsel 1.85'te kalbin odacıkları ve kalp kapakçıkları kalbin enine kesit ve üstten görünüşü ile gösterilmiştir.



Görsel 1.85
Kalbin odacıkları ve kalp kapakçıkları

KANIN KALPTEKİ HAREKETİ

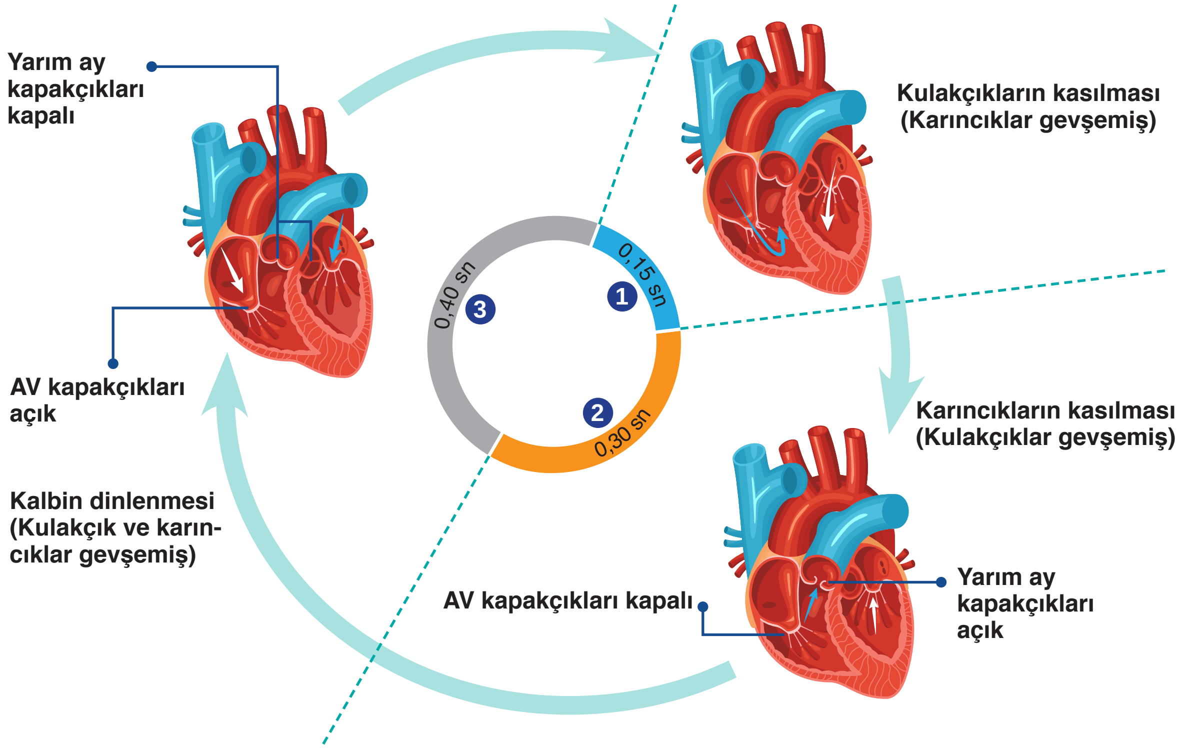
Kalp kası belirli bir ritimde kasılıp gevşer. Kalbin iki kulakçığının kasılmasını iki karıncığın kasılması izler. Kasılmayı da gevşeme takip eder. Kalbin kasılması **sistol**, gevşemesi ise **diyastol** olarak isimlendirilir. Görsel 1.86'da kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın hareketi gösterilmiştir. Kalbin sağ kulakçığı üst ana toplardamar, alt ana toplardamar ve kalbin kendi toplardamarlarından gelen oksijen bakımından fakir olan kan ile dolar (1). Akciğerlerde gaz alışverişi olduktan sonra oksijen bakımından zenginleşen kan ise akciğer toplardamarlarıyla kalbin sol kulakçığına gelir (2). Kulakçıklara gelen kanın büyük bölümü tüm odacıklar gevşemiş durumdayken pasif olarak karıncıklara dolar. Kalan kısım ise karıncıklar kasılmaya başlamadan önce kulakçıkların kasılmasıyla karıncıklara geçer (3). Daha sonra karıncıkların kasılmasıyla AV kapakçıkları kapanır. Oksijen bakımından fakir kan akciğer atardamarına, oksijen bakımından zengin kan ise aort atardamarına geçer (4).



Görsel 1.86
Kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın hareketi

Kalp kapakçıklarının kapanması stetoskop yardımıyla duyulabilir. Bu sesler "lup-dup" şeklindedir. AV kapakçıklarının kapanması sırasında "lup", aort ve pulmoner kapakçıkların kapanması sırasında ise "dup" sesi duyulur.

Kalbin birbirini izleyen kasılma ve gevşeme olayına **kalp döngüsü** denir (Görsel 1.87). Kalp döngüsü yaklaşık 0,85 saniye sürer. Kulakçıkların kasılması 0,15 saniye ①, karıncıkların kasılması 0,30 saniye ② ve kalbin dinlenmesi ise 0,40 saniyedir ③.



Görsel 1.87
Kalp döngüsü

Kalbin kasılma sayısı (atış sayısı) ve her bir kasılmada bir karıncığın pompaladığı kan miktarı (atış hacmi) **kalp debisini** belirler. İnsan kalbi dinlenme sırasında dakikada ortalama 60-70 kez atar. Her atışta vücuda 70 ml kan gönderir. Birim zamanda kalpten geçen kan miktarı olarak adlandırılan kalp debisi dinlenme hâlinde yaklaşık 5 litre / dakikadır. Bu, insanın vücudundaki toplam kanın yaklaşık bir dakika içinde kalpten geçtiği anlamına gelir. Ağır egzersiz sırasında kalp debisi 5 kat artabilir. Egzersiz yapılmadığında ise kalp; yaklaşık saatte 300 litre (yaklaşık 15 damacana), günde 7.200 litre ve yılda 2.600 m^3 kanı hiç durmadan tüm vücuda pompalar.

KENDİNİ GELİŞTİR

AV kapakçıklarının yapısında bir bozukluk varsa kan kapakçıklardan geriye doğru kaçar. Buna **kalp üfürümü** denir. Bu durumda oluşan ses stetoskop yardımıyla duyulabilir.

- Kalp üfürümünün oluşma nedenlerini araştırıp elde ettiğiniz bilgilerle bir infografik hazırlayınız. Hazırladığınız infografiği EBA'da paylaşınız.

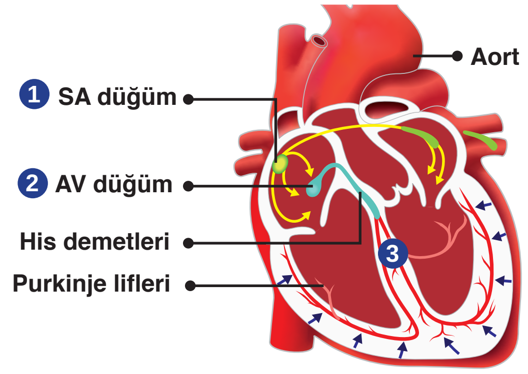
Kalbimiz ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



KALP RİTMİNİN KONTROLÜ

Kalp kası iskelet kasından farklı olarak sinir sisteminden uyarı almadan aksiyon potansiyellerini başlatabilir, ritmik ve devamlı olarak kasılıp gevşeyebilir. Kalp kasında bunu sağlayan yapı üst ana toplardamarın kalbe girdiği yerin yakınında bulunan **sinoatriyal düğüm (SA)** olarak adlandırılan hücre grubudur. Sinoatrial düğüm kalp kasının kasılma hız ve zamanını belirler. Bu hücrelerin oluşturduğu aksiyon potansiyelleri komşu hücreleri kasılması için uyarır.

Kalpte impuls oluşumu ve iletimi Görsel 1.88'de gösterilmiştir. SA düğümden çıkan uyarılar önce kulakçıkların duvarlarına yayılır ve her ikisinin de aynı anda kasılmasına yol açar ❶. Daha sonra bu uyarılar sağ ve sol kulakçıklar arasındaki duvarda yer alan **atrioventriküler düğüm (AV)** adı verilen bir aktarım noktasına ulaşır ❷. AV'de impulslar kalbin uç noktasına yayılmadan önce 0,1 saniye kadar geciktirilir. Bu gecikme karıncıklar kasılmadan önce kulakçıklardaki kanın karıncıklara aktarılmasını sağlar. AV düğümünden çıkan uyarılar his demetlerine ve karıncık duvarları boyunca yayılan Purkinje liflerine iletilir ❸. His demetleri ve Purkinje lifleri özelleşmiş kas lifleridir. Uyarılar bu sayede tüm karıncığa yayılır . Karıncıklar kasılır ve kan atardamarlara aktarılır.



Görsel 1.88
Kalpte impuls oluşumu ve iletimi

SA düğümü etkileyerek kalbin çalışma hızını değiştiren bazı durumlar vardır. Örneğin kanda CO_2 oranındaki artış kan pH'sını düşürür. Bu durumda kalp atışı hızlanır. Kafein, tein, nikotin gibi bazı kimyasallar da kalp atış hızını artırır. Vücut sıcaklığındaki artış kalbin çalışmasını hızlandıran diğer bir etkendir. Adrenalin, noradrenalin, tiroksin hormonları kalbin çalışmasını hızlandırırken vagus sinirinden salgılanan asetilkolin yavaşlatır.

MERAKLISINA

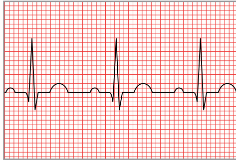
Vücut sıcaklığındaki 1 ^{0}C artış dakikadaki kalp atım sayısını 10 kat hızlandırır.

KENDİNİ GELİŞTİR

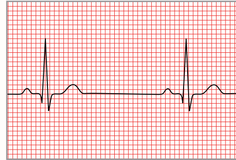
SA düğüm nöronlardakine benzer impuls üretir. Oluşan impuls kalp dokusunda hızla yayılır. Bu uyarılar vücut sıvıları aracılığıyla deriye de iletilir. Bu elektriksel aktivite bir elektrokardiyografi (EKG) ile deri üzerine yerleştirilen elektrotlarla kaydedilebilir. EKG sayesinde bu akımın zamana karşı çizilmiş grafiği elde edilir. EKG kalp problemlerinin tespiti için önemli bir araçtır. Örneğin EKG'den kalp atım hızı kolayca belirlenebilir. Kalbin dakikada 60'tan daha az atım hızına sahip olmasına **bradikardi**, 100'den fazla olmasına ise **taşikardi** denir.

1. Aşağıdaki elektrokardiyogram örneğinde I ve II ile gösterilen bölümlerde kişinin kalp ritimleri hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

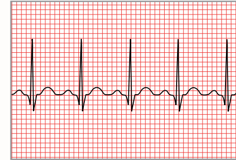
Normal kalp ritmi



I



II



I ....

....

II ....

....

2. Elektrokardiyogram hangi hastalıkların teşhisinde kullanılır? Araştırarak bir elektrodiyagram üzerindeki sinüs çizgilerinin ne anlama geldiğini kalbin kasılma mekanizmasıyla birlikte gösteren bir infografik hazırlayınız.

ETKİNLİK  40 dk.

Etkinliğin Adı: Memeli Kalbi Diseksiyonu — **Bireysel / Grup**

Etkinliğin Amacı: Kalbin yapısını kavrayarak bölümlerini gösterebilme.

Araç ve Gereçler

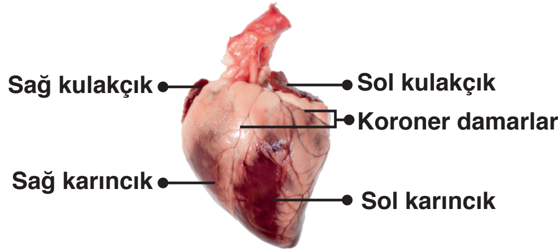
» Diseksiyon küveti
» Bisturi
» Makas
» Pens
» Eldiven
» Büyüteç
» Koyun veya dana kalbi
» Kalp modeli / maketi

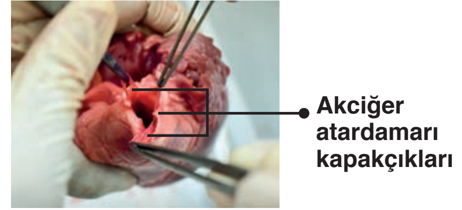
Güvenlik Önlemleri



1. Yönerge: *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*

a) Koyun ya da dana kalbi temin ediniz.





b) Eldiven kullanarak kalbi diseksiyon küvetine alınız.

c) Kalbin etrafını saran perikart tabakasını inceledikten sonra perikartı kalpten ayırarak kalbin dış görünüşünü inceleyiniz.

ç) Kalbi boydan ayıran yağ tabakasından karıncıkların yerini tespit ediniz.

d) Kalpten çıkan damarları inceleyiniz.

e) Aort atardamarını bir makasla sol karıncığa doğru kesiniz. Aort kapakçığını (yarım ay kapakçığı) inceleyiniz.

f) Kalbi bisturi yardımıyla sol karıncık hizasından sağ karıncık ve sağ kulakçığa doğru keserek ayırınız.

g) Kulakçıklar ile karıncıklar arasındaki kapakçıkları ve kalp odacıklarındaki kas tabakasını inceleyiniz.

ğ) Kalbi besleyen koroner damarları inceleyiniz.

h) İncelediğiniz kalbin bölümlerini kalp model / maketi üzerinde gördüğünüz bölümlerle karşılaştırınız.

2. Yönerge: *Yaptığınız uygulamayı da göz önünde bulundurarak aşağıdaki soruları cevaplayıp etkinliği tamamlayınız.*

1. Kalp odacıklarının kas kalınlıklarında belirgin bir farklılık görebildiniz mi? Bu farklılığın sebebini açıklayınız.

2. Kalpteki yağ tabakasının kalınlaşması kalbin çalışmasını nasıl etkiler? Açıklayınız.

3. Kalbin çalışmasını sağlayan sinyallerin başlama ve ilerlemesi nerelerde gerçekleşir? Kalp üzerinde gösteriniz.

KANIN VÜCUTTAKİ DOLAŞIMI

Kanın vücuttaki dolaşımı **küçük kan dolaşımı** (pulmoner dolaşım) ve **büyük kan dolaşımı** (sistemik dolaşım) olmak üzere iki şekilde gerçekleşir.

Küçük Kan Dolaşımı (Pulmoner Dolaşım)

Pulmoner dolaşım kalp ile akciğerler arasındaki kan dolaşımıdır. Bu dolaşım sağ karıncığın kasılmasıyla başlar. Karbondioksidi çok olan kan sağ karıncıktan akciğer atardamarı aracılığıyla akciğerlere gönderilir. Akciğerlerde bulunan alveoller ile alveolleri çevreleyen kılcal damarlardaki kan arasında madde alışverişi gerçekleşir. Alveollerdeki oksijen kana geçerken kandaki karbondioksit alveollere geçer. Oksijen bakımından zenginleşen kan akciğer toplardamarları aracılığıyla kalbin sol kulakçığına gelir.

Büyük Kan Dolaşımı (Sistemik Dolaşım)

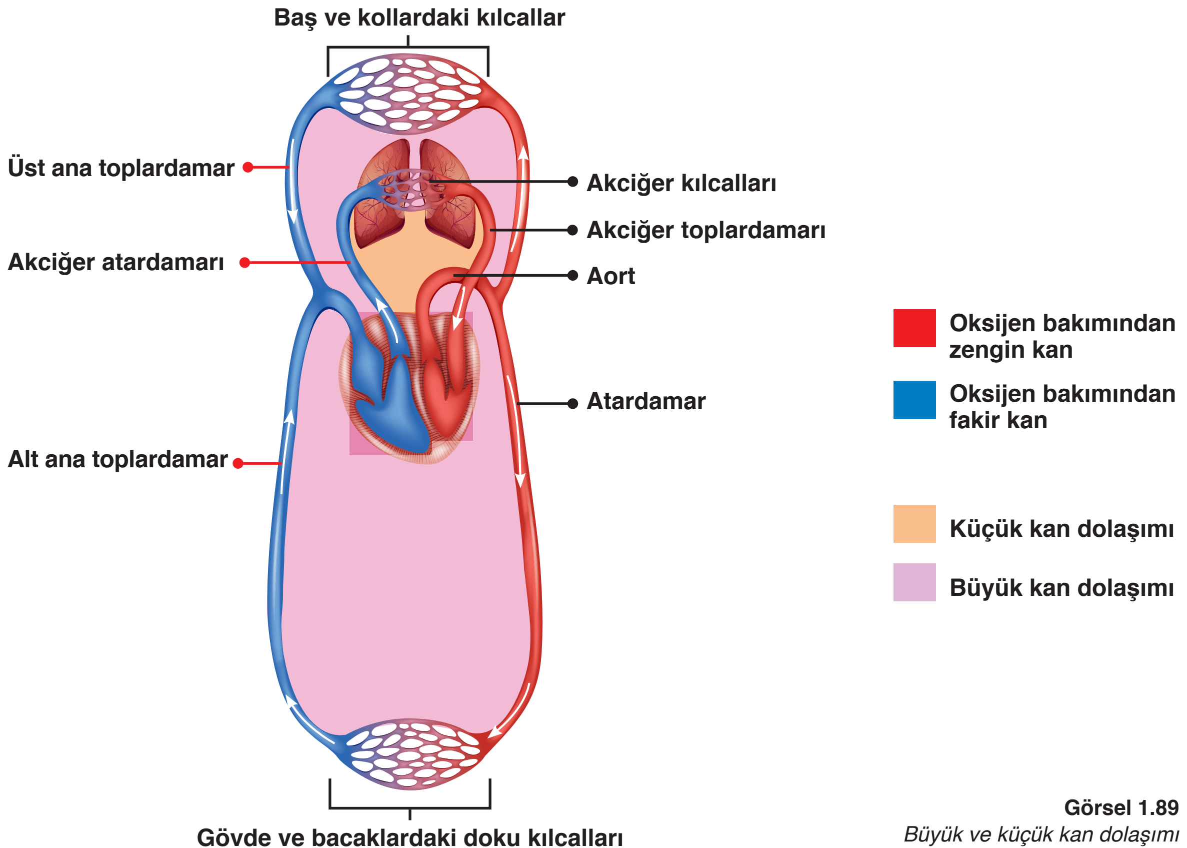
Sistemik dolaşım oksijen bakımından zengin olan kanın kalp ve atardamarlar aracılığıyla vücut hücrelerine ulaştırılması, vücut hücrelerinin ürettiği karbondioksidin toplardamarlar aracılığıyla kalbe getirilmesi sürecidir.

Sistemik dolaşım sol karıncığın kasılmasıyla başlar. Kan, sol karıncıktan aorta geçerek aorttan ayrılan kollarla vücuttaki doku ve organlara madde taşır. Doku kılcallarında kan ile hücreler arasında madde alışverişi gerçekleştikten sonra kan, doku ve organlardaki toplardamarlara geçer. Bu toplardamarlar ana toplardamarlarla bağlantılıdır.

B12

Kalp kası, kalbin içinde bulunan kandaki oksijenden doğrudan yararlanamaz. Bunu sağlayan aorttan ilk dallanan ve kalbi besleyen kan damarları **koroner arter damarlarıdır.** Kalbin pompaladığı tüm kanın yaklaşık %10'u kalbin beslenmesi için kullanılır.

Vücudun alt bölgesindeki dokulardan toplanan kan, alt ana toplardamar ile vücudun üst bölgesindeki dokulardan toplanan kan ise üst ana toplardamar ile kalbin sağ kulakçığına getirilir. Görsel 1.89'da büyük ve küçük kan dolaşımı gösterilmiştir.

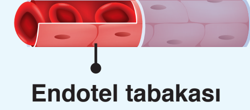


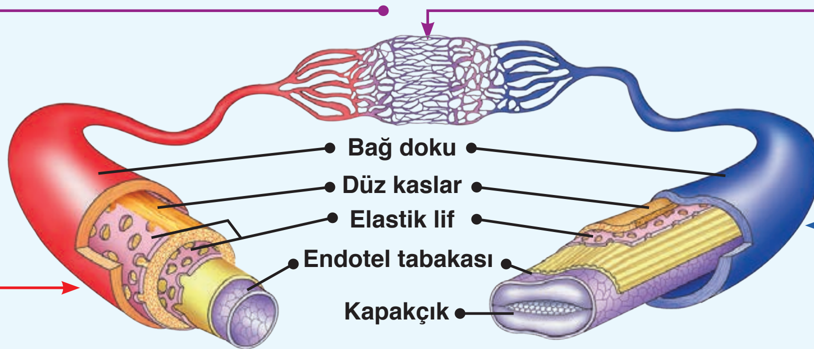
Görsel 1.89
Büyük ve küçük kan dolaşımı

KAN DAMARLARI

Kan, vücutta damarlardan oluşmuş kapalı bir sistem içerisinde hareket eder. Bu sayede kan içerisinde bulunan maddeler hücrelere ulaşabilirken aynı şekilde hücrelerden atılan maddeler de kanla ortamdan uzaklaştırılabilir. Dolaşım sisteminde **atardamar** (arter), **toplardamar** (ven) ve **kılcal damar** (kapiller) olmak üzere üç çeşit damar bulunur. Görsel 1.90'da kan damarlarının yapısı ve görevleri açıklanmıştır.

Kılcal damarlar atardamarlar ve toplardamarlar arasında bulunur. Kılcal damarlarda tek katlı yassı epitel hücrelerinden oluşmuş endotel tabaka bulunur. Ayrıca kılcal damarlar endotel tabaka tarafından oluşturulmuş çok ince bir duvara sahiptir. Kılcal damar duvarları atardamarlar ve toplardamarların duvarlarına göre daha incedir. Kılcal damarların çapları alyuvarın çapından biraz daha geniştir. Kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişleri kılcal damarlar sayesinde olur.





Atardamarlar kalbin karıncıklarında bulunan kanı ilgili organlara taşıyan damarlardır. Akciğer atardamarı hariç diğer atardamarlarda oksijen bakımından zengin olan kan bulunur. Atardamarlarda endotel tabakasının üzerinde iki doku tabakası daha bulunur. En dışta elastik lifler içeren bağ doku tabakası vardır. Ortada ise düz kaslar ve elastik lif içeren tabaka bulunur. Atardamarların duvarları kanın yüksek basıncına dayanacak şekilde kalın ve güçlüdür. Karıncıkların kasılmasıyla atardamarlarda oluşan basınç, atardamarların düz kaslarının kasılıp gevşemesi ve elastik liflerle esneyip eski hâllerine gelmeleri sayesinde kılcallara kadar korunmaktadır. Sinir sistemi ve hormonlar sayesinde atardamarların düz kaslarının kasılıp gevşemesi düzenlenerek kan akışı kontrol altında tutulur.

Toplardamarlar kanı kalbe getiren damarlardır. Akciğer toplardamarı hariç toplardamarlarda ise karbondioksit bakımından zengin kan bulunur. Toplardamarlarda da endotel tabakasının üzeri ortada düz kas ve dışta bağ doku ile kaplıdır. Her iki tabakada da atardamarlarda olduğu gibi elastik lifler bulunur ancak atardamarlardakinden daha az sayıdadır. Toplardamarlar düşük basınçlı kanın kalbe geri getirilmesinden sorumlu oldukları için duvarları atardamarlara göre üç kat daha incedir. Toplardamarların çapı atardamarların çaplarından daha büyüktür ve toplardamarların duvarları atardamarlardan daha fazla genişleyebilir. Bu yüzden toplardamarlarda daha fazla oranda kan bulunur. Dinlenme durumunda toplardamarlarda toplam kanın %60’ı bulunabilir.

Kalbe toplardamarlar aracılığıyla kanın geri dönmesinde soluk alıp verme sırasında göğüs kafesindeki basınç değişimlerinin etkisi vardır. Kalbe göre daha üst konumda bulunan toplardamarlarda kanın kalbe geri dönmesinde yer çekimi kuvvetinin olumlu yönde bir etkisi varken kalbe göre daha altta kalan toplardamarlar için yer çekimi olumsuz bir etki oluşturur. Buna karşı toplardamarların yapısında bulunan düz kasların ve iskeleti saran kasların kasılıp gevşemesi toplardamarlardaki kanın hareketini kolaylaştırır. Ayrıca toplardamarlardaki tek yönlü açılan kapakçıklar kanın kalbe doğru tek yönde akmasını sağlar. Kalp kulakçıklarının gevşemesi sırasında oluşan negatif basınç ve atardamarlarda oluşan kan basıncının itici gücü de kanın toplardamarlarda ilerlemesinde etkilidir.

Görsel 1.90
Kan damarlarının yapısı ve görevleri

MERAKLISINA

Yetişkin bir insandaki yaklaşık 5 litre kanın 3 litresi toplardamarlarda, 1 litresi atardamarlarda, 1 litresi ise kılcal damarlarda ve kalpte bulunur.

KENDİNİ GELİŞTİR

Kalp insanda bir pompa işlevi görür. Kanı toplar ve dağıtır. Kan, damarlardan oluşmuş kapalı bir sistem içerisinde hareket eder. Hücreler ihtiyaç duydukları maddeleri kan sayesinde alır ve atık maddeleri de kan aracılığıyla uzaklaştırır. Kanın bu işlevi yerine getirebilmesi kalp ve damarlar sayesinde olur. Toplardamarlar diğer damarlara göre nispeten daha düşük kan basıncına sahiptir. Doku ve organlardan geçen kanın yeniden kalbe dönüşü sırasında birtakım mekanizmalar etkili olur.

- Bu mekanizmalar dikkate alındığında uzun süre oturarak yapılan yolculuklarda ya da uzun süre ayakta kalındığında ayaklar neden şişer? Açıklayınız.

....

....

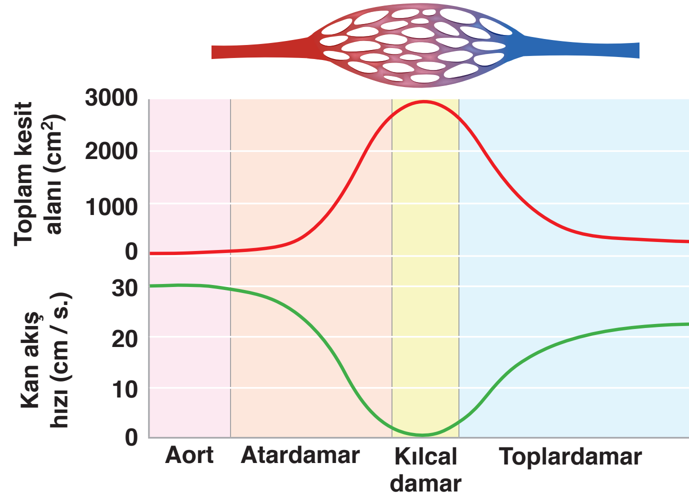
....

....

....

DAMARLARIN KESİT ALANI VE KANIN AKIŞ HIZI

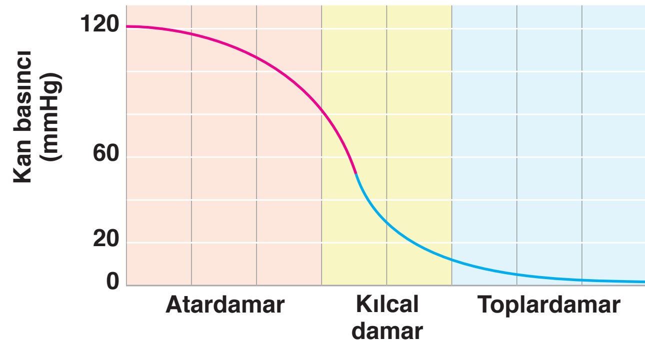
Kan arterlerden arteriyollere (büyük atardamarlardan daha küçük atardamarlara) oradan da kılcal damarlara geçer. Kılcal damarların geniş bir yüzeye dağılım göstermesi kılcalların toplam kesit alanının atardamarın toplam kesit alanından çok daha fazla olması anlamına gelir. Bunun sonucu olarak kan, kılcallara geçtiği zaman oldukça yavaşlar. Bu durum kılcal damarlar ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişini oldukça kolaylaştırır. Kan daha sonra kılcal damarlara göre toplam kesit alanı daha küçük olan toplardamara geçerek hızlanır (Grafik 1.5).



***Grafik 1.5:** Kan damarlarının toplam kesit alanı ve kan akış hızı*

KAN BASINCI

Kalp karıncıklarının duvarları kulakçıklara göre daha kalındır. Bu yüzden atardamarlardaki kan basıncı daha fazladır. Özellikle sol karıncık, kulakçıklara oranla daha güçlü kasıldığından kan basıncının en yüksek olduğu damar aorttur. Doku kılcal damarlarında kan basıncı kısmen düşse de toplardamarlardaki kan basıncından daha yüksektir (Grafik 1.6).



***Grafik 1.6:** Damarların kan basıncı*

Kalbin kasılıp gevşemesi sırasında atardamarlarda oluşan basınca **tansiyon** denir. Kalp kasıldığında atardamarlardaki kan basıncına **sistolik basınç** (büyük tansiyon) denir. Karıncıkların gevşemesi sonucu atardamarlarda basınç düşer. Bu basınca da **diyastolik basınç** (küçük tansiyon) denir. Kalbin her atışında atardamarlarda basınçtan dolayı oluşan gerilim ve ritmik genişlemeler **nabız** olarak ifade edilir.

Kan basıncı genellikle kalple aynı hizada olan bir koldan tansiyon aleti (sfigmomanometre) aracılığıyla ölçülür. Dinlenme hâlindeki sağlıklı bir yetişkin bireyde sistolde kan basıncı ortalama 120 mmHg iken diyastol durumunda kan basıncı ortalama 70 mmHg'dir.

ETKİNLİK

 40 dk.

Etkinliğin Adı: Tansiyonumu ve Nabzımı Ölçüyorum — Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Tansiyonun ve nabzın ölçülmesinin önemini kavrayabilme.

Araç ve Gereçler
- Tansiyon aleti (sfigmomanometre)
- Stetoskop
- Kronometre

1. Yönerge: *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*

I. Tansiyonun ölçülmesi

a) Tansiyonu ölçülecek kişinin en az 15 dakika dinlenmiş olması gerekir.

b) Manşonu arkadaşınızın koluna, dirseğin 1-2 cm üstüne geçecek şekilde takınız.

c) Stetoskopu manşona yakın yere ve nabzın en iyi alındığı noktaya yerleştiriniz (çok bastırılmamalı, manşona değmemeli).

ç) Manşonu sistolik basıncın 30 mmHg üstüne çıkana kadar şişiriniz.



d) Basıncı saniyede 2-3 mmHg azaltınız (her vuruşta 2 mmHg ↓).

e) Vurucu sesler ilk olarak sistolik kan basıncı sırasında duyulur. Bu anda tansiyon aletinin sayacında okunan sayıyı not ediniz.

f) Tekrarlayan seslerin kaybolduğu an diyastolik basınca karşılık gelir. Bu anda tansiyon aletinin sayacında okunan sayıyı not ediniz.

g) Aynı ölçümü bir süre hareket ettikten sonra tekrar yapınız.

II. Nabzın ölçülmesi

a) Nabzı ölçülecek kişinin en az 15 dakika dinlenmiş olması gerekir..

b) Arkadaşınızın bileğini tutup kalp atışını bilekte hissettiğiniz andan itibaren 1 dakika boyunca sayınız.

c) Aynı ölçümü hareket ettikten sonra tekrarlayınız.



2. Yönerge: *Aşağıda verilen soruları cevaplayınız.*

1. Tansiyon ölçümü sırasında stetoskopla duyduğunuz seslerin kaynağı nedir?

2. Tansiyon ölçümü sırasında stetoskopla duyduğunuz tekrarlanan seslerin kaybolmasını nasıl açıklarsınız?

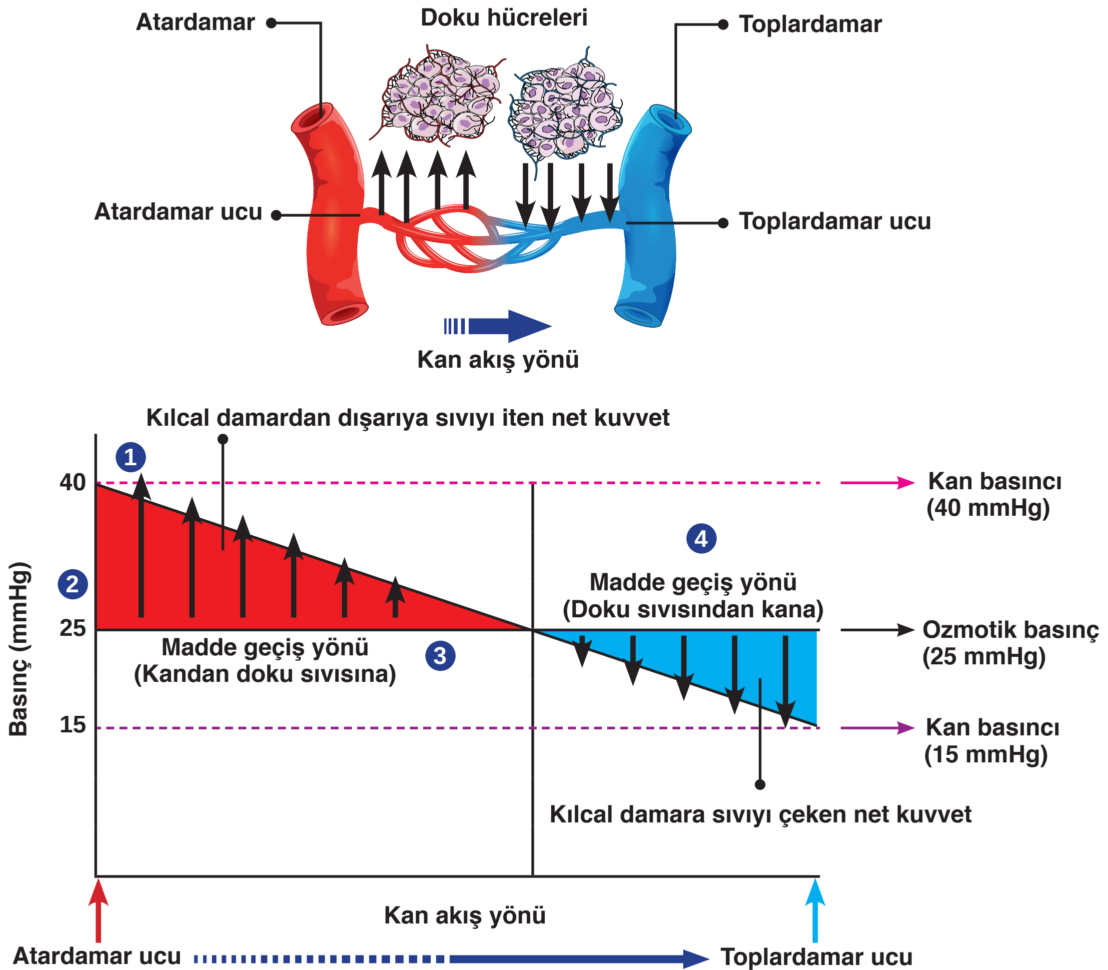
3. Aynı ölçümler hareket ettikten sonra tekrarlandığında tansiyon ve nabız değerleri nasıl ve neden değişir? Gerekçeleriyle açıklayınız.

KILCAL DAMARLAR VE DOKU SIVISI ARASINDAKİ MADDE ALIŞVERİŞİ

Kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi kılcal damarlar aracılığıyla olur. Kılcal damarlar O_2, CO_2, glikoz, tuz gibi bazı küçük moleküllere geçirgendir. Ancak kan proteinleri gibi büyük moleküllere geçirgen olmadığı için bu moleküller genellikle kan içerisinde kalır. Kan içerisinde kalan bu proteinler kanın ozmotik basıncının oluşmasında önemli rol üstlenir.

E. H. Starling (*Starling*) kılcal damarlar ve doku sıvısı arasındaki madde alışverişinin birbirine zıt olan iki etken tarafından kontrol edildiğini öne sürmüştür. Bu zıt etkenlere (kan basıncı ve ozmotik basınç) **Starling kuvvetleri** denir. Kan basıncı kılcal damar çeperlerindeki mikro açıklıklardan geçebilecek büyüklükteki maddelerin (su ve çözünmüş maddeler) kandan doku sıvısına geçmesini sağlarken kan proteinleri sayesinde oluşan ozmotik basınç ise maddeleri kan içerisine çeker.

Görsel 1.91'de kılcal damarlar ve doku sıvısı arasındaki madde alışverişi gösterilmiştir. Kan basıncı kılcal damarların atardamar ucunda yüksektir ve kılcal damarların toplardamar ucuna doğru gidildikçe kan basıncı düşer (1). Ozmotik basıncı oluşturan proteinler kılcal damardan çıkamayacağı için ozmotik basınç kılcal damarlar boyunca sabittir (2). Kan basıncı ozmotik basınçtan yüksek olduğu zaman kan içerisindeki su ve çözünmüş maddeler kılcal damardan çıkar (3). Ozmotik basınç kan basıncından yüksek olduğu zaman ise su ve çözünmüş maddeler kana geri döner (4). Ancak Starling hipotezine göre kılcal damardan çıkan sıvı miktarı kılcal damara geri dönen sıvı miktarından biraz daha fazladır. Kılcal damarlar tarafından kaybedilen bu sıvı lenf sistemi ile kana karışır.

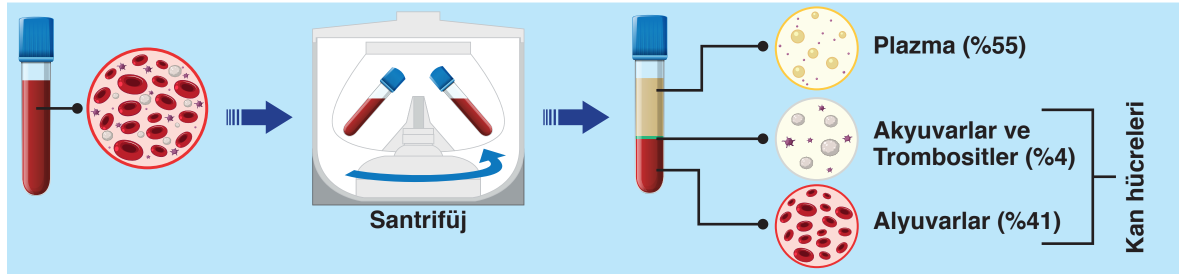


Görsel 1.91
Kılcal damarlar ve doku sıvısı arasındaki madde alışverişi

KAN DOKU

Kan, kan plazması ve plazma içerisinde askıda bulunan kan hücrelerinden oluşmuş bir bağ dokudur. Kan; içerisinde bulunan besin maddelerini, solunum gazlarını, suyu, iyonları, tuzları, mineralleri, hormonları, kan hücrelerini ve metabolik atıkları ilgili yerlere taşır. Vücudun su, elektrolit ve pH dengesinin sağlanmasında etkilidir. İnsan kanının pH'sı 7,4'tür. Kan doku, içerdiği pıhtılaşma mekanizmalarıyla hasar gören damardan kan kaybının önlenmesini sağlar. Mikroorganizma ve hastalıklara karşı vücudun savunulmasında etkili olur. Özetle kan doku insanda taşıma, düzenleme, koruma ve savunma görevlerini üstlenir.

Kan doku, plazma ve kan hücreleri olmak üzere iki kısımda incelenir. Kan santrifüj edildiğinde kanın yaklaşık %55'inin plazma, %45'inin ise kan hücreleri olduğu görülür (Görsel 1.92).



Görsel 1.92
Kan dokuyu oluşturan yapılar

KAN PLAZMASI

Kan plazmasının %90'ı sudur. Kalan %10'luk kısmında çözünmüş tuzlar, plazma proteinleri, besin maddeleri, solunum gazları, metabolik atıklar ve hormonlar bulunur. Plazmada bulunan iyonlar plazma proteinleri ile birlikte kanın ozmotik basıncının ayarlanmasında ve pH tamponlanmasında önemli rol üstlenir. Plazma proteinleri ve iyonlar insan kanının normal pH değerini 7,4'te sabit tutar. İyonların plazmadaki konsantrasyonu doku sıvısının bileşimini de doğrudan etkiler. Bu iyonların birçoğu sinir ve kas aktivitelerinde önemli role sahiptir. Tablo 1.3'te kan plazmasının içeriği verilmiştir.

Tablo 1.3: *Kan Plazmasının İçeriği*

Kan hücreleri

PLAZMA (%55)	
PLAZMADA BULUNAN MADDELER	**GÖREVLERİ**
SU	Çözücü, taşıyıcı
İYONLAR (KAN ELEKTROLİTLERİ) Magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum, bikarbonat iyonları	Zar geçirgenliğinin düzenlenmesi, pH tamponlama, ozmotik denge
PLAZMA PROTEİNLERİ • Fibrinojen • Albümin • Antikorlar	• Kanın pıhtılaşması • Ozmotik basıncın ve pH dengesinin ayarlanması • Savunma • Kılcal damar geçirgenliğinin sağlanması
Taşınan maddeler Heparin, besin maddeleri (glikoz, yağ asitleri, amino asitler, vitaminler vb.), solunum gazları, hormonlar ve metabolik atıklar	

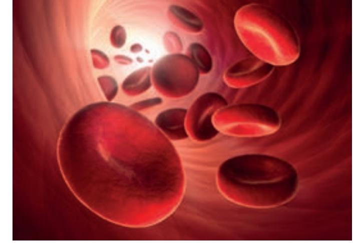
Plazma proteinleri kanın akışkanlığa karşı olan direncine (viskozite), kan ve doku sıvısı arasındaki dengenin korunmasına katkı sağlar. Plazma proteinlerinden antikorlar, vücuda giren mikroplar ve yabancı maddelerle mücadele eder. Pıhtılaşma faktörleri olarak adlandırılan proteinler ise kan damarları hasar gördüğünde pıhtılaşmayı sağlayarak kan kaybını engelleyen proteinlerdir. Fibrinojen gibi pıhtılaşma proteinleri plazmadan ayrıldığında kalan kısma **serum** denir.

KAN HÜCRELERİ

Kan içerisinde hücresel yapı olarak **alyuvarlar** (eritrositler), **akyuvarlar** (lökositler) ve **kan pulcukları** (trombositler) bulunur. Alyuvarlar ve akyuvarlar kan hücreleri iken kan pulcukları ise hücre parçacıklarıdır.

Alyuvarlar (Eritrositler)

Alyuvarlar solunum organından dokulara oksijen, dokulardan solunum organına karbondioksit taşıyan hücrelerdir (Görsel 1.93). Kanda pasif hareket ederler ve damar dışına çıkmazlar. Alyuvarlar yüzey alanlarını artırıp plazma zarlarından oksijenin difüzyonunu artıracak şekilde önden ve arkadan içe çöküktür (bikonkav). Olgun alyuvarlarda hücre çekirdeği ve mitokondri bulunmaz. Bu durum alyuvarın oksijen taşıma kapasitesini artırır. Mitokondrileri olmadığı için ATP anaerobik yolla elde edilir. Alyuvarlarda oksijen taşıyıcı demir içeren bir pigment olan hemoglobin molekülü bulunur.



Görsel 1.93
Alyuvarlar

Erkeklerde 1 mm^3 kanda 4,5-6 milyon, kadınlarda ise 1 mm^3 kanda 3,5-5 milyon alyuvar bulunur. Yüksek yerlerde yaşayan insanlarda alyuvar sayısı daha fazladır. Yükseklik arttıkça oksijenin kısmi basıncı azalır. Bu nedenle birim zamanda vücudun gerek duyduğu oksijeni karşılamak için eritropoietin hormonu kırmızı kan hücrelerinin üretimini uyarır. Eritropoietin hormonunun %90'ı böbreklerde, %10'u karaciğerde üretilir. Alyuvarlar embriyonik dönemde dalak, lenf düğümleri ve karaciğerde üretilirken daha sonra özellikle göğüs kemiği, kaburgalar, pelvis, omurlar ve üyelerin uzun kemiklerinde bulunan kırmızı kemik iliğinde üretilir. Alyuvarların ömrü yaklaşık 120 gündür. İşlevini yitiren alyuvarlar dalak ve karaciğerde parçalanır.

MERAKLISINA

Bir alyuvarda yaklaşık olarak 250 milyon hemoglobin molekülü bulunur. Her hemoglobin molekülü 4 molekül oksijen bağlayabilir ve bir alyuvarda yaklaşık 1 milyar oksijen molekülü taşınabilir.

Akyuvarlar (Lökositler)

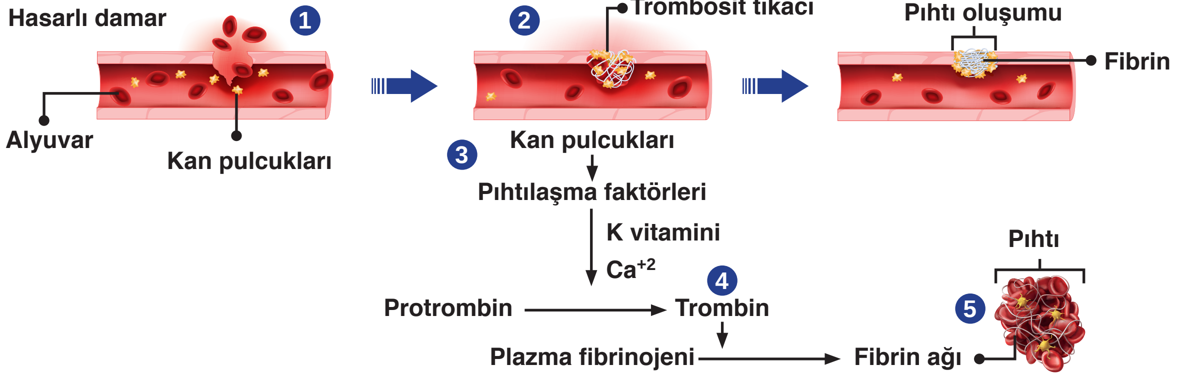
Akyuvarlar savunma sisteminde görev alan kan dokusu elemanlarıdır. Vücudu enfeksiyonlara ve toksik maddelere karşı korurlar. Akyuvar hücrelerinin çeşitleri vardır. Bazı akyuvar hücreleri mikroorganizmaları ve ölü hücreleri fagositozla yutarak sindirirken bazıları enfeksiyon etkenlerine karşı **antikor** olarak bilinen özel proteinler sentezler. Akyuvar hücresi çeşitlerinden olan lenfositler, özelleşmiş B ve T hücrelerine dönüşerek bağışıklıkta görev alır. Sağlıklı yetişkin bir insanda 1 mm^3 kanda yaklaşık 5-10 bin akyuvar hücresi bulunur ancak bu sayı enfeksiyon durumuna göre artabilir. Akyuvarlar, kırmızı kemik iliğinde ve lenf dokusunda (bademcik, dalak gibi) üretildikten sonra ihtiyaç duyulan dokuya kanla taşınarak işlevini gerçekleştirir. Çekirdekli hücrelerdir. Akyuvarlar alyuvarların aksine hem kanda hem de doku sıvısı ve lenf sisteminde bulunabilir. Ömürleri ise çeşitlerine göre birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilir.

MERAKLISINA

Enfeksiyon hastalıkları akyuvarlarda büyümeye ve farklılaşmaya neden olur. Sonuçta enfeksiyonla savaşmada gerekli özel tip akyuvarlar oluşur. Akyuvarlar kemik iliğinde oluştuktan sonra ilikte depolanır. Akyuvarların savunmasına ihtiyaç duyulduğunda dolaşım sistemine geçer. Normalde tüm kandaki akyuvarın üç katı kadar akyuvar ilikte depolanır. Bazı akyuvarlar doku aralarında ameboid hareketle (amipsi) ilerleyebilir.

Kan Pulcukları (Trombositler)

Trombositler; kırmızı kemik iliğindeki megakaryosit adı verilen özelleşmiş hücrelerden kopan ve kana verilen sitoplazmik parçacıklardır. Trombositler yaklaşık her on günde bir yenilenir. 1 mm^3 kanda ortalama 150-300 bin kadar trombosit bulunur. Trombositlerin çekirdekleri bulunmaz ancak işlevi için gerekli enzim ve kimyasal maddelere sahiptir. Trombositler damar zedelenmelerinde kanın pıhtılaşmasını başlatır ve kan sızıntılarını önler (Görsel 1.94). Pıhtılaşma süreci damar astarının zarar görmesiyle başlar. Zedelenme sonucu açığa çıkan kolajen liflere trombositler tutunur ve yapışkan hâle gelir (1). Trombositler damarın büzülmesine yol açan maddeleri salar. Yapışkan trombositler **trombosit tıkacı** denilen bir tıkaç oluşturur ve pıhtı oluşumu başlar (2). Fibrinden oluşan pıhtı yaralanan doku iyileşinceye kadar damarı sızdırmaz hâle getirir. Zedelenmiş dokulardan ve trombositlerden pıhtılaşma faktörleri salınır (3). Bu faktörler plazmadaki pıhtılaşma etkenleri ile birleşerek protrombini trombine çevirir (4). Trombin, fibrinojeni fibrine çeviren bir enzimdir. Fibrinojen plazma içerisinde inaktif şekilde dolaşan pıhtılaşma maddesidir. Fibrin iplikçikleri ise pıhtı içerisindeki ağ yapıyı oluşturur (5). Kanın pıhtılaşmasında kandaki Ca^{+2} iyonları ve K vitaminin de rolü vardır. Pıhtılaşma faktörlerinden birinin eksik olması kanın pıhtılaşma süresini olumsuz etkileyebilir. Örneğin hemofili hastalığı pıhtılaşma sürecini engelleyen X kromozomuna bağlı kalıtsal bir hastalıktır. Hemofili bireylerde çok küçük kesik ya da yaralanmalarda bile aşırı kanamalar görülür.



Görsel 1.94
Zedelenmiş damarda pıhtı oluşumu

KENDİNİ GELİŞTİR

Sağlıklı bireylerde damarda meydana gelebilecek yaralanmalarda pıhtılaşma süreci başlar. Süreç sonucunda oluşan pıhtı, zedelenen doku tamir edilinceye kadar sızıntıyı önler. Pıhtılaşma sürecinde rol alan maddeler damar içerisinde bulunmasına karşın normal şartlarda damarda yaralanma olmadığı sürece damar içerisinde pıhtı oluşmaz. Ancak bazen damarlarda pıhtılar oluşarak kan damarını tıkayabilir. Bu pıhtılara **thrombus** denir.

1. Sağlıklı bireylerde normal kan akışı sırasında pıhtı oluşumunu engelleyen nedir? Araştırınız.
2. Hangi durumlar thrombus oluşumuna neden olabilir? Araştırınız.

KÖK HÜCRELER VE HÜCRESEL ELEMANLARIN YENİLENMESİ

Kaburgaların, omurganın, göğüs kemiğinin ve leğen kemiğinin kırmızı kemik iliğinde yer alan kök hücreler, kan hücrelerinin yenilenmesi görevini üstlenir. Alyuvarlar, akyuvarlar ve trombositlerin hepsi kök hücrelerden gelişir. Bazı kan hastalıklarının tedavisinde kemik iliği nakli bu yüzden önemlidir.

Kan kaybı veya kan değerlerinin çok düşük olması gibi durumlar kanın dışarıdan alınması ihtiyacını doğurabilir. Düzenli kan bağışı ile ihtiyaç anında uygun kanın hemen bulunup tedaviye başlanması önemlidir. Kan nakilleri bu açıdan hayati önem taşır. Toplumda ilik ve kan nakillerinin hayat kurtardığı unutulmamalıdır.

KAN GRUPLARI

Alyuvarların zarlarında bulunan **aglutinojen** adı verilen bazı glikoproteinler alyuvarlara antijenik özellik kazandırmaktadır. İnsanlar kanlarına göre sınıflandırılırken bu aglutinojenler esas alınmaktadır. İnsan alyuvarlarında çok sayıda antijen olmasına karşın kan grubu sınıflandırılması A, B, Rh aglutinojenlerine göre yapılmaktadır. A ve B aglutinojenleri esas alınarak yapılan gruplamada 4 kan grubu bulunur. Eğer alyuvarların zarlarında A aglutinojeni varsa A grubu, B aglutinojeni varsa B grubu, her iki aglutinojeni bir arada bulunduruyor ise AB grubu, bu iki aglutinojeni bulundurmuyor ise O grubudur. Günümüzde insanların yaklaşık %47'si O grubu, %41'i A grubu, %9'u B grubu, %3'ü AB grubu kana sahiptir.

A ve B aglutinojenleriyle reaksiyona giren antikorlar ise kan plazmasında bulunur. Bu antikorlara **aglütinin** denir. A aglutinojenin aglütinini Anti-A'dır. B aglutinojenin aglütinini ise anti-B'dir. Eğer anti-A, A aglutinojeni taşıyan alyuvarlar ile karşılaşacak olursa çok sayıda alyuvarı bağlayarak onların kümeleşmesine neden olur. Bu duruma **aglütinasyon** (çökelme) denir. Bu tip antijen-antikor reaksiyonları alyuvar yıkımı ve kaybına neden olmaktadır. ABO kan grubu sisteminde kan gruplarının bulundurduğu antijen ve antikorlar Tablo 1.4'te gösterilmiştir.

***Tablo 1.4:** ABO Kan Grubu Sistemi Antikor ve Antijenleri*

ABO SİSTEMİNDE KAN GRUPLARI				
Grup	**A**	**B**	**AB**	**O**
Alyuvar hücre tipi				
Plazmadaki antikorlar (Aglütinin)	**Anti B**	**Anti A**	**Yok**	**Anti A ve Anti B**
Alyuvardaki antijenler (Aglutinojen)	**A Antijen**	**B Antijen**	**A ve B antijen**	**Yok**

İnsanların alyuvar zarlarında bulunan diğer bir antijen ise Rh faktörüdür. Eğer bir kişi alyuvarlarında Rh antijeni taşıyor ise Rh pozitif (+), taşımıyor ise Rh negatif (-) olarak değerlendirilir. İnsanların %80'i Rh (+)'tir. Rh negatif bireylerin plazmasında Rh antijeniyle ilk karşılaştıkları andan itibaren Anti-D antikorları sentezlenmeye başlar.

Kan nakillerinde genel kural, aynı kan grubundan bireylerin kan alıp vermesi gerektiğidir. Kan nakillerinde dikkat edilecek bir diğer önemli husus kan gruplarındaki aglutinojenlerdir. Alıcının kanında vericinin alyuvarlarındaki antijenlere karşı antikor varsa çökelme (aglütinasyon) meydana gelir. Çökelen kan, damarları tıkar ve alyuvarlar parçalanır. Alyuvarların parçalanması sonucu alyuvar sayısı hızla azalır ve plazmada hemoglobin artar. Böbrek damarları daralır ya da tıkanır, akut böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Hemoglobinin yıkılması sonucu bilirubin ortaya çıkar. Bilirubinin vücuttan atılmasında meydana gelen yavaşlama sonucu sarılık oluşur.

ETKİNLİK

30 dk.

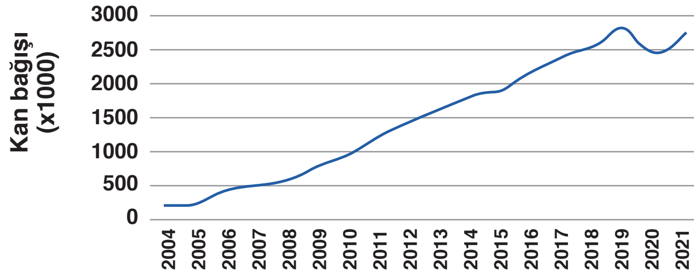
Etkinliğin Adı: İyi ki Varsın #kandostum!

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Kan, kan ürünleri ve kök hücre bağışlamanın hayat kurtaran bir davranış olduğunu kavrayabilme.

Yönerge: *Aşağıdaki metin ve grafikten yararlanarak soruları cevaplayıp etkinliği tamamlayınız.*

5624 Sayılı "Kan ve Kan Ürünleri Kanunu"nda kan temini ve kullanımının bölge kan merkezi ve kan bağışı merkezlerince kamu kurum ve kuruluşları ile Türkiye Kızılay Derneği tarafından yapılacağı belirtilmiştir. 2004-2021 yılları arasında Türk Kızılayına yapılan kan bağışlarının 2021 yılı hariç her yıl sürekli arttığı görülmektedir.



Kaynak: Kan Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2021

2021 yılında kan bağışçılarının %86'sı erkek, %4'ü kadındır. Kan bağışçılarının yaş dağılımı incelendiğinde en büyük bağışçı grubun %29'luk bir oranla 18-25 yaş aralığında gençler olduğu görülmektedir. Kan bağışı kan vermeye uygun bireylerden ihtiyaç duyulduğu anlarda yapılabilir. Bunun yanında acil kan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için düzenli kan bağışçıları tarafından bağışlanan kanlar oldukça önemlidir. 2021 yılı için Kızılayın düzenli kan bağışçısı ortalamasının %53 olduğu görülmektedir.

İlgili kanuna göre kan, kan bileşenleri ve ürünlerinin temininde karşılıksız ve gönüllü bağış esastır. Ancak malî karşılık anlamına gelmeyecek şekilde kan bağışçısını teşvik edici uygulamalar bu kapsamın dışındadır. Türkiye Kızılay Derneği bu bağlamda kan bağışçılarına anahtarlık, kalem, çorba kâsesi gibi çeşitli küçük hediyeler vererek yapılan bu özel ve özverili davranışa karşı bir teşekkür mahiyetinde onları teşvik etmek istemektedir.

Kan ve kan ürünlerinin bağışının yanında kemik iliği bağışı da hayat kurtarmanın bir yoludur. Kendi kendini yenileme ve farklı dokularda olgun hücrelere dönüşebilme yeteneğine sahip kök hücreler bazı hastalıkların tedavisinde oldukça önemlidir. Kemik iliğinde bulunan kök hücrelerin kemik iliği bağışçıları tarafından bağışlanması kan ve kan ürünlerinin bağışında olduğu gibi kimi hastalıklar bakımından hayat kurtarıcıdır.

1. 2004-2021 yılları arasında kan bağışlarının gösterildiği grafikte 2020 yılındaki düşüşün nedenini tartışınız.

2. Güvenli kan temini ve düzenli kan bağışının kan temini açısından önemini araştırıp kan bağışının önemini vurgulayan bir reklam, afiş, kamu spotu ya da broşür hazırlayınız. Hazırladığınız materyali EBA portfolyoda paylaşınız.

3. Türkiye Kızılay Derneğinin yaptığı gibi kan bağışını özendirmek ve bireyleri kan bağışlamaya teşvik etmek amacıyla neler yapılabilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla tartışınız.

4. Kök hücre tedavisi uygulanan hastalıkları araştırınız. Bağışçı olmak isteyen kişilerde aranan özellikleri ve bağışçı olma prosedürünü inceleyip süreç hakkında tanıtıcı bir broşür hazırlayınız. Hazırladığınız broşürü çoğaltıp okulunuzda ve EBA portfolyoda paylaşınız.

KENDİNİ GELİŞTİR

Yenidoğan hemolitik hastalığı (eritroblastosis fetalis) anne ve babanın kan gruplarının Rh antijeni yönünden uyuşmazlığına bağlı olarak bebeklerinde gelişen tıbbi bir durumdur. Rh (-) bir anne ile Rh (+) bir babanın anne karnındaki Rh (+) ilk bebekleri bir sorunla karşılaşmadan dünyaya gelir. Ancak antijenleri kan yoluyla anneye geçer ve annede antikor üretimine neden olur. Daha sonra Rh (+) bebeğe hamile kalındığında ilk gebelik sonucu oluşan antikorların geçişi ile bebeğin alyuvarları aglütinasyona uğrar ve hemoliz sonucu sürekli yıkılır. Bu durumda da bebek anne rahminde hayatını kaybedebilir veya sarılık, kansızlık hastalıkları ile dünyaya gelebilir. Kan uyuşmazlığına bağlı olarak gelişebilen bu durumu önleyici ilaçlar vardır. Bu ilaçlar ilk Rh (+) bebeğini dünyaya getiren Rh (-) anneye doğumdan sonra ilk 72 saat içinde uygulanmaktadır.

1. Kan uyuşmazlığı problemi neden Rh (-) bir anne ile Rh (+) bir babanın çocuklarında görülebilir? Açıklayınız.

....

....

....

2. Rh (-) bir anne ile Rh (+) bir babanın ilk Rh (+) çocuklarında neden kan uyuşmazlığı problemi görülmez?

....

....

....

3. Kan uyuşmazlığını önleyici ilaçların ilk Rh (+) bebeğini dünyaya getiren anneye doğumdan sonra ilk 72 saat içinde uygulanmasının sebebi ne olabilir?

....

....

....

OKUMA METNİ

İBN NEFS

İbn Nefs 1210 yılında Şam'da doğmuştur. Çeşitli bilimsel alanlarda çalışmalarının yanında önemli keşifleri tıp alanında olmuştur. Nurettin Zengi'nin Dımaşk'ta inşa ettirdiği hastanede tıp eğitimi almıştır. Daha sonra tecrübe ve ün kazandıktan sonra Mısır'a giderek Memlûk Sultanı I. Baybars'ın özel hekimliğine ve devletin Suriye-Mısır Hekimleri Başkanlığına getirilmiştir. Selâhaddîn-i Eyyûbî'nin 1181'de inşa ettirdiği Bîmâristânu'n-Nâsırî'de hocalık yapmış, aralarında ünlü Cerrâh İbnu'l İbrî'nin de bulunduğu çok sayıda öğrenci yetiştirmiştir. İbn Nefs kendinden önce gelen pek çok tıp bilim insanının eserlerini araştırmış ancak asıl bilgisini hayranı olduğu ve aynı zamanda tıptaki otoritesini aşmaya çalıştığı İbn Sina üzerinde yoğunlaştırmıştır. Nitekim döneminde "2. İbn Sina" olarak anılması bu çabasının sonucudur. Bugün pek çok ünlü kütüphanede İbn Nefs'in *Kitab al-Shamil fi 'l-Sina'a al-Tibbiyya* (Tıp Sanatının Karşılaştırmalı Kitabı) adlı eserinin kopyası bulunmaktadır. Bu kitabın orijinal el yazması ise Şam'dadır.

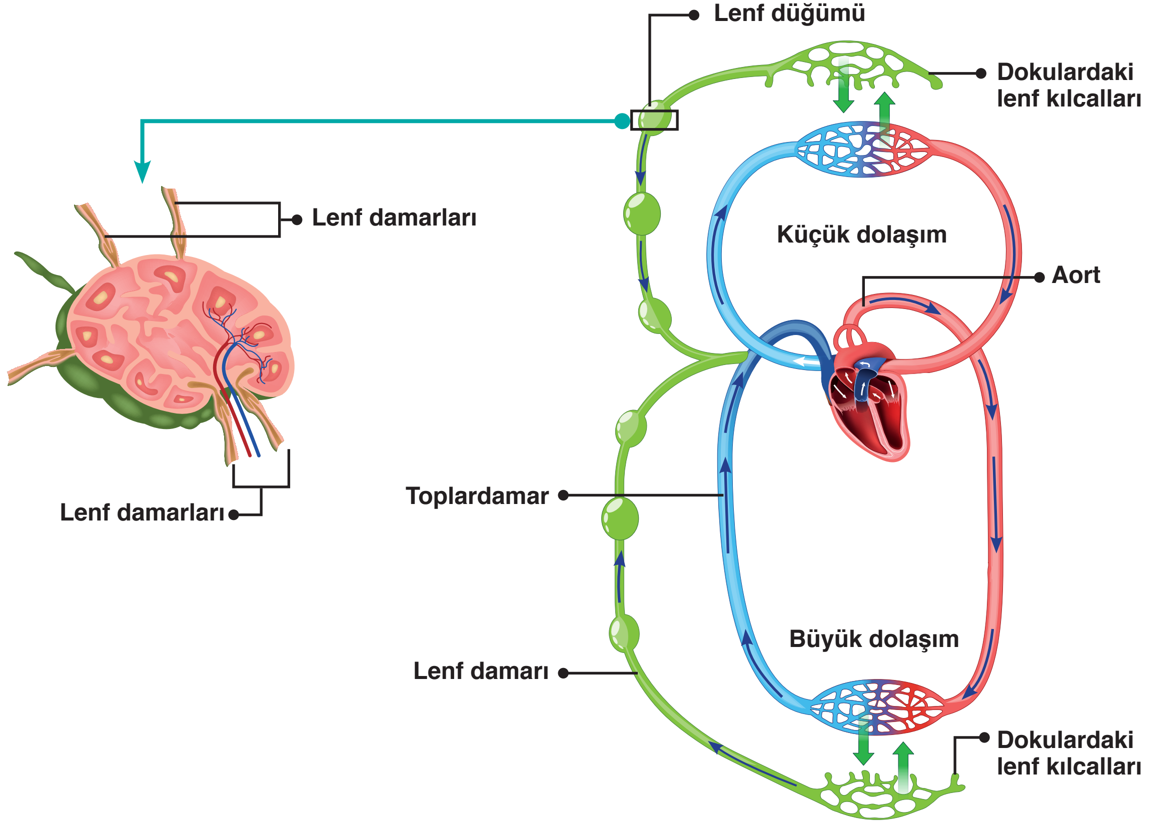
İbn Nefs'in tıp tarihindeki en önemli başarısı **küçük kan dolaşımını** keşfetmesidir. İbn Nefs'e kadar bazı bilim insanları kanın kalbin karıncıkları arasında geçiş yaptığını savunurken İbn Nefs; kalbin karıncık duvarları arasında geçitlerin olmadığını, kanın akciğerlerde temizlendikten sonra kalbe geri döndüğünü, kalbin beslenmesini sağlayan kan damarlarının olduğunu söylemiştir.

(Düzenlenmiştir.)

Erdoğan Köycü, Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları dergisi, Aralık, 2020

LENF DOLAŞIMI

Sağlıklı yetişkin bir insanda kılcal damarlardan dokulara geçen sıvı miktarı günde yaklaşık 4-8 litredir. Kılcal damarların duvarları kan proteinleri gibi büyük moleküllere geçirgen olmamasına karşın çok az da olsa kan proteinleri doku sıvısına geçebilir. Kanın kılcal damarlarda kaybettiği bu sıvı ve proteinlerin tekrar kana geri kazandırılmasında lenf dolaşımı görev alır. Lenf dolaşım sistemi **lenf damarları**, **lenf kılcalları**, **lenf sıvısı** ve **lenf düğümlerinden** oluşur (Görsel 1.95).



Görsel 1.95
Lenf dolaşımı

Doku sıvısı, lenf damarlarına geçtiğinde **lenf sıvısı** adını alır. Lenf sıvısının bileşimi hemen hemen doku sıvısıyla aynıdır. Ayrıca lenf dolaşımı sindirim sisteminde emilen yağı ve yağda eriyen vitaminleri toplayıp kan dolaşımına ulaştırır. Vücuda giren yabancı maddelere ya da mikroorganizmalara karşı savunma görevi yapar.

Lenf sistemi içerisinde lenf sıvısının taşınmasını engelleyen faktörler, dokularda çok miktarda sıvı toplanarak **ödem** olarak bilinen doku şişmesine neden olur. Ödem; kılcal kan damarlarındaki protein kaçakları, kan basıncında artış, kan protein ozmotik basıncında azalma ya da belirli bazı parazitlerin lenf damarlarını tıkaması sonucu oluşur.

Lenf damarları, lenf kılcalları ve lenf toplardamarlarından oluşur. Lenf damarları içerisinde atardamar yoktur. Kılcal damarların bulunduğu bölgede en az bir lenf kılcalı bulunur. Lenf kılcallarının porları kan kılcallarına göre daha büyüktür. Lenf kılcallarının bir ucu kapalıdır. Doku sıvısı lenf kılcallarıyla toplanır. Lenf kılcalları daha büyük lenf toplardamarları ile birleşir. İki büyük lenf toplardamarıyla boyun bölgesine getirilen lenf sıvısı burada dolaşım sisteminin iki büyük toplardamarı olan sağ ve sol köprücük altı toplardamarlarıyla kana karışır. Sol köprücük altı toplardamarı vücudun alt bölgesinden gelen lenf sıvısının karıştığı, sağ köprücük altı toplardamarı ise vücudun üst bölgesinden gelen lenf sıvısının karıştığı yerdir.

Görsel 1.96'da lenf dolaşımının izlediği yollar gösterilmiştir.

Boyun lenf düğümleri

1. YOL

Sağ kol, başın ve göğsün sağ kısmından gelen lenf

Sağ köprücük altı toplardamarı

Üst ana toplardamar

Koltuk altı lenf düğümleri

Kasık lenf düğümleri

2. YOL

Başın ve göğsün sol kısmı ile sol koldan gelen lenf

Göğüs lenf kanalı

Sol köprücük altı toplardamarı

Üst ana toplardamar

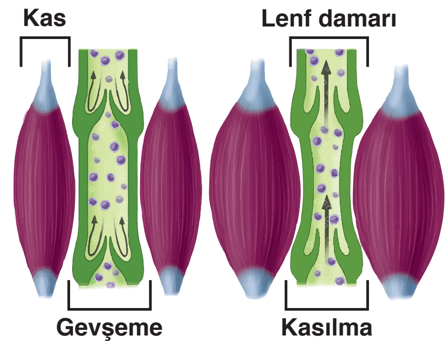
Peke sarnıcı

Bağırsaklardan ve bacaklardan gelen lenf

Görsel 1.96
Lenf dolaşımının izlediği yollar

Lenf damarlarında lenf sıvısının yüzeysel dokulardan kalbe doğru geri dönme hareketi dolaşım sistemindeki kanın hareketiyle aynı mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizma; lenf sıvısının geriye dönmesini engelleyen kapakçıklar, lenf damarları duvarının ritmik kasılması ve iskelet kaslarının kasılmasıdır (Görsel 1.97). Lenf sisteminde sıvının hareketi kana göre yavaştır.

Lenf dolaşımında lenf damarları boyunca **lenf düğümleri** bulunur. Lenf düğümleri en çok boyun, koltuk altı, göğüs, karın ve kasık bölgesinde bulunur. Bademcikler, dalak ve timüs lenf sisteminde yer alan önemli yapılardır. Vücutta enfeksiyon durumunda akyuvarların sayısı artar ve lenf düğümleri şişebilir.



Görsel 1.97
Lenf damarlarında lenf sıvısının hareketi

KENDİNİ GELİŞTİR

Lenf düğümleri lenf sıvısını süzer. Lenf düğümlerinin içerisindeki petek yapısında bağ doku bulunur. Bu bağ doku akyuvarlarla doludur.

1. Bazı hastalıklarda doktorların hastanın boyun ve koltuk altlarını kontrol etmesinin sebebi nedir? Açıklayınız.

2. Kanser hastalığında hastalığın metastaz (yayılma) yapıp yapmadığını anlamak için lenf düğümleri doktorlar tarafından çeşitli yöntemlerle izlenir. Bunun sebebinin ne olabileceğini tartışınız. Tartışmadan çıkardığınız sonuçları yazınız.

4.2. DOLAŞIM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Dünyada bulaşıcı olmayan hastalıklar içerisinde birinci sırayı kardiyovasküler hastalıklar (kalp-damar hastalıkları) almaktadır. Türkiye'deki tüm yaş grupları için değerlendirildiğinde her iki ölümden biri kalp damar hastalıkları kaynaklıdır ve erken ölümlerin %80'i önlenebilir niteliktedir. Yüksek ya da düşük tansiyon, damar tıkanıklığı, kalp krizi, inme, varis, kangren, anemi, lösemi gibi rahatsızlıklar en sık rastlanılan dolaşım sistemi rahatsızlıkları arasında yer alır.

YÜKSEK TANSİYON

Yetişkin bireylerde kasılma basıncının (sistolik basınç) 140 mmHg, gevşeme basıncının (diyastolik basınç) 90 mmHg'dan büyük olduğu kan basıncı durumuna **yüksek tansiyon** (hipertansiyon) denir. Sağlıksız beslenme, hareketsiz yaşam, stres ve genetik yatkınlık yüksek tansiyon (hipertansiyon) nedenlerindendir. Yüksek tansiyon kalp krizi ve inmenin yanı sıra başka hastalıkların da habercisi olabilir. Tedavi edilmezse kalp krizine, felce, beyin kanamasına, böbrek hasarına ve görme kaybına neden olabilir. Ancak hipertansiyonun tanısı kolaydır. Beslenme alışkanlıklarında yapılacak değişiklikler, egzersiz yapma ve ilaç tedavisi ile kontrol altına alınabilir bir rahatsızlıktır.

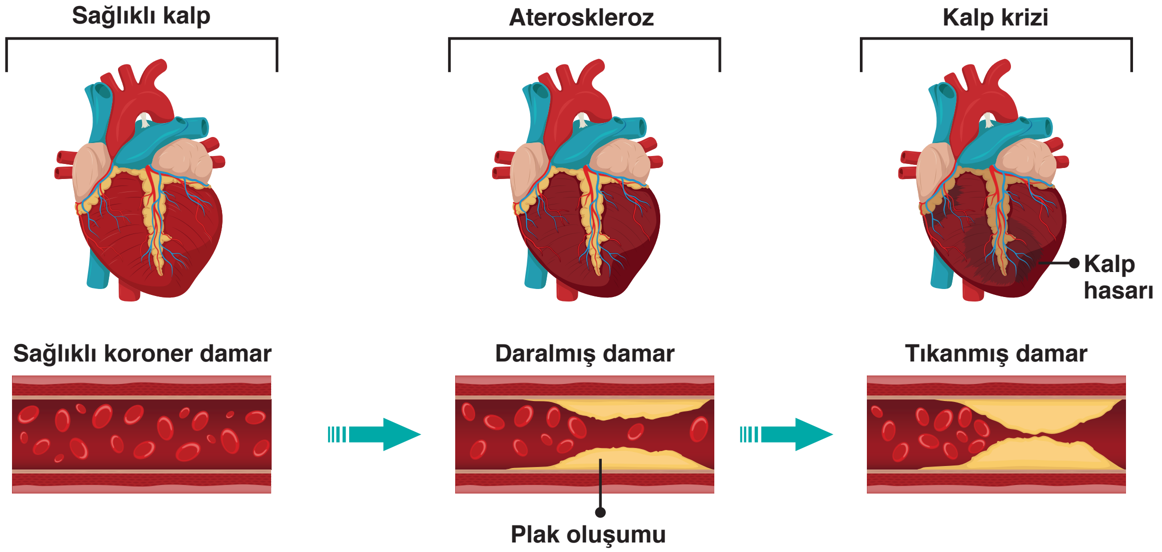
Yetişkin bireylerde kasılma basıncının 90 mmHg, gevşeme basıncının 60 mmHg'den küçük olduğu kan basıncı durumuna **düşük tansiyon** (hipotansiyon) denir. Düşük tansiyon çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Genetik yatkınlık olabileceği gibi vücudun susuz kalması, vitamin ve mineral eksikliği, kalp hastalıkları, kan kaybı, bazı endokrin hastalıklar gibi nedenlerle ortaya çıkabilir. Düşük tansiyonun en yaygın belirtileri baş dönmesi, bulanık görme, soğuk ve soluk cilt, mide bulantısı, kalbin hızlı atması, yorgunluk ve bayılmadır. Yüksek tansiyonda olduğu gibi düşük tansiyonun da tanı ve tedavisi yapılabilmektedir.

DAMAR TIKANIKLIĞI

Damar tıkanıklığı, kan damarının genellikle damar sertliği ya da bir pıhtı nedeniyle tıkanmasıdır. Damarların iç yüzeyinde meydana gelen hasarlar ya da enfeksiyonlar damar içerisinde düzgün iç yüzeyin bozulmasına neden olur. Hasarlı bölgeye gelen akyuvarlar bu bölgede lipid ve kolesterolün birikmesine neden olur. Bu yağlı birikime **plak** (aterom plak) denir. Tıkanıklık çoğunlukla damarlardaki plaklar nedeniyle daralmış bölgelerde gelişir. Plak büyürken damar içi daralır ve sertleşir. Damarlardaki sertleşmeye **ateroskleroz** adı verilir. Dolaşımdaki kolesterol ve inflamasyon (yangı) birlikte ateroskleroz hastalığının ortaya çıkmasına neden olur. Damar tıkanıklığı görülme olasılığı kalıtsal olabileceği gibi cinsiyete, ilerleyen yaşa, yüksek tansiyona, diyabete, aşırı strese, aşırı yağlı ve karbonhidratlı beslenmeye bağlı olarak artar. Plak oluşumunun yanı sıra kan pıhtıları ve hava baloncukları da damar tıkanıklığına neden olabilir.

KALP KRİZİ

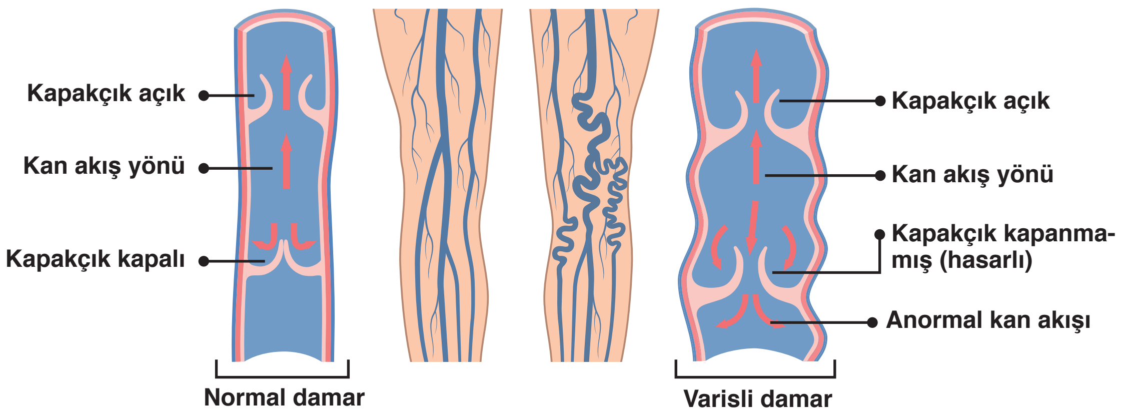
Ateroskleroz ve damar tıkanıklığı tedavi edilmezse kalp krizi (miyokardiyal enfarktüs) ya da inmeye neden olabilir. Kalbi besleyen koroner damarların tıkanması sonucunda kalp dokusu beslenemez, hücreler zarar görür ya da ölür. Bu durum kalp krizine neden olur (Görsel 1.98). İnme ise beyne besin ve oksijen taşıyan damarlarda yırtılma veya tıkanma sonucu beyindeki sinir dokunun zarar görmesidir. Pıhtı çözücü ilaçların kısa sürede kullanımı inme ya da kalp krizinin etkilerini azaltabilir.



Görsel 1.98
Ateroskleroz ve kalp krizi oluşumu

VARİS

Varis toplardamar duvarında oluşan yapısal bozukluk nedeniyle damarın genişlemesi ve damar içindeki kapakçıkların bozulmasıyla kanın geri kaçmasıdır (Görsel 1.99). Varisin oluşma nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte deri yüzeyine yakın toplardamarların kronik genişlemesi, uzaması ve bükümlü hâle gelmesi sonucu oluşan bir rahatsızlıktır. Toplardamar duvarındaki bu bozulmanın sebebi egzersiz eksikliği, yanlış beslenme, genetik yatkınlık gibi etkenlerdir. Bu rahatsızlık dışarıdan gözlenebilir. Kadınlarda erkeklere oranla daha yaygındır. Genellikle uzun süre ayakta durmayı gerektiren bir işte çalışanlarda görülür. Bu yüzden varisli kişiler uzun süre ayakta durmaktan veya uzun süre oturmaktan kaçınmalıdır. Varisten korunmak için düzenli egzersiz ve yürüyüş yapma, bisiklet sürme, yüzme gibi aktiviteler yapmalıdırlar.



Görsel 1.99
Damarda varis oluşumu

KANGREN

Dokuları besleyen damarların bir pıhtı ya da mekanik etkilerle tıkanması sonucu dokuya yeterince besin ve oksijen ulaşamaz. Doku hücrelerine zarar veren bazı toksinler, enfeksiyonlar ve ilaçlar da aynı etkiyi yapabilir. Doku hücreleri ölmeye başlar. Diyabet, ağır darbe ve kırıklar, uzuv veya dokuların donması kangrene neden olabilir. Kangren meydana gelen dokuda çürüme ve renk değişimleri görülür. Kangren kollar, bacaklar, apandis, ince bağırsak gibi birçok organ ve dokuda görülebilir.

ANEMİ

Anemi, kan hastalıkları içerisinde en çok rastlananlar arasındadır. Genel olarak kandaki alyuvar sayısının ya da hemoglobinin olması gereken miktardan daha az olmasına **anemi** denir. Aneminin başlıca nedeni alyuvar yapımının azalması veya alyuvarların yıkımının ve kaybının artmasıdır. Alyuvarlar için B_{12} vitamini, demir ve folik asit önemlidir. Bu maddelerin eksikliğinde anemi oluşur. Kemik iliğinin kan üretimindeki fonksiyonunun bozulması da anemiye neden olur. Akdeniz anemisi ya da talasemi olarak bilinen anemi ise kalıtsaldır. Talasemi hastalarında hemoglobin yapımında yetersizlik ya da bozukluk söz konusudur.

LÖSEMİ

Kandaki akyuvar sayısının zarar verici şekilde normalin üstünde artmasına **lösemi** ya da **kan kanseri** denir. Vücuttaki lenf sistemi ve kemik iliğini etkiler. Mikroskoptaki görünüşlerine göre akut ya da kronik olarak gruplara ayrılır. Akut lösemi genelde çocuklarda ortaya çıkar. Kısa sürede tanı konulup tedaviye başlanması önemlidir. Kronik lösemi ise daha çok yetişkinlerde görülür ve gelişimi uzun yıllar alabilir.

Zararlı sanayi kimyasallarına, tarım ilaçlarına ve çok yüksek düzeyde radyasyona maruz kalma, tütün ve tütün mamulleri kullanma lösemiye yakalanma riskini artırır. Tedavi şemaları hastalığın tiplerine ve safhalarına göre değişiklik gösterir. Radyoterapi, kemoterapi, immunoterapi ve kemik iliği nakli başlıca tedavi şekilleridir.

Lösemi ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



KENDİNİ GELİŞTİR

Kan kaybı, yetersiz alyuvar üretimi, alyuvar yıkımının fazla olması gibi nedenler anemiye yol açabilir. Anemik bireylerde vücuda yeterli oksijen gitmediğinden soluk cilt, baş ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı gibi belirtiler ortaya çıkabilir. Anemiye yol açan nedenlerden biri de orak hücre anemisi hastalığıdır.

1. Orak hücre anemisi hastalığının oluşumunda etkili olan faktörleri araştırıp hangi durumda ortaya çıkabileceğini örnek bir soyağacı kalıtım modelini çizerek gösteriniz.

2. Orak hücre anemisi tedavisinde güncel olarak kullanılan tedavi yöntemlerini araştırınız. Araştırma sonucunu EBA'da paylaşınız.

4.3. DOLAŞIM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Dolaşım sisteminin diğer doku ve organların ihtiyacı olan maddeleri taşıması ve hücrelerin metabolik atıklarını uzaklaştırma görevi nedeniyle düzgün bir şekilde çalışması son derece önemlidir. Bu bağlamda dolaşım sisteminin sağlığı diğer sistemleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Dolaşım sisteminin sağlıklı yapısını koruyabilme genetik faktörler dışında kişinin yaşam biçimine de bağlıdır.

Davranışsal risk faktörleri olarak bilinen tütün mamülleri kullanma, alkol tüketimi, yetersiz fiziksel aktivite, sağlıksız beslenme koroner kalp hastalıklarının %80'inden sorumludur. Yetersiz fiziksel aktivite ve sağlıksız beslenme kan şekerinin yükselmesine, kan damarlarında kolesterol seviyesinin artmasına, kan basıncında yükselmeye, fazla kilo veya obeziteye neden olur. Kardiyovasküler hastalıkların çoğu, risk faktörleriyle mücadele edilerek engellenebilir. Özellikle 40 yaş üstü her birey için kardiyovasküler riskin hesaplanması ve davranışsal risk faktörlerine uygun müdahaleler ile kalp krizi, inme, kalp yetmezliği ve diğer komplikasyonların gelişmesini önleyebilecek tedbirlerin alınması sağlanabilir.

Dolaşım sistemi rahatsızlıklarının nedenlerinden biri de kan yoluyla bulaşabilen hastalıklardır. Bu hastalıkların da önüne geçmek mümkündür. Bunun için başkasına ait bir kanla ve vücut sıvısıyla temas önlenmelidir. Enfeksiyon riskini ortadan kaldırmak için her birey tek kullanımlık ürünler kullanmalıdır. Örneğin bir kişiye enjeksiyon yapılacaksa enjektör sadece o kişi için kullanılmalıdır.

ETKİNLİK

40 dk.

Etkinliğin Adı: Kalbiniz Ne Kadar Sağlıklı?

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Dolaşım sisteminin sağlıklı yapısının korunmasına yönelik çıkarımlar yapabilme.

Yönerge: *Aşağıda verilen uygulama basamaklarını sırası ile uygulayarak soruları cevaplayınız.*

a) E-Nabız uygulamasından ya da genel ağ adresinden yararlanarak Kardiyovasküler Hastalık Riski hesaplanmasında hangi faktörlerin dikkate alındığını inceleyiniz. Bunun için ekrandaki "Ayrıntılı Hesapla" kısmını kullanabilirsiniz.

b) Uygulama üzerinden kardiyovasküler risk analizi yaptırarak 10 yıl içinde kardiyovasküler hastalık geçirme oranınızı bulunuz. Bunun için yaptırdığınız bir biyokimya tahlilinden toplam kolesterol değerine ve önceki etkinlikten öğrendiğiniz sistolik kan basıncınızın (büyük tansiyon) değerine ihtiyacınız olacaktır.

c) Ailenizdeki bireylerin de kardiyovasküler hastalık risk oranlarını bulunuz.

ç) Sınıfınızdan rastgele seçilen en az 12 öğrencinin kardiyovasküler hastalık risk oranlarını gösteren bir tablo hazırlayınız. Hazırladığınız tabloda bu oranların kime ait olduğunu gösteren kod adları (gerçek adlar yerine) ve cinsiyet bilgisi yer almalıdır. Tabloda yer alan verilerin ortalamalarını genel ve cinsiyet dağılımlarına göre hesaplayarak oluşturduğunuz örneklem üzerinden sınıfınızın kardiyovasküler hastalık risk oranını hesaplayınız.

d) Aynı yaş aralığındaki erkekler ve kadınlar için kardiyovasküler hastalık risk oranları neden farklılık gösterir?Tartışınız.

e) Kardiyovasküler hastalık riski olan kişilere bu riski azaltmalarına yönelik ne gibi sağlıklı beslenme ve fiziki aktivite önerilerinde bulunursunuz? Kardiyovasküler hastalık riskini azaltıcı önerilerinizin yer aldığı bir infografiği EBA portfolyoda paylaşınız.

4.4. BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

Hastalık yapıcı virüs, bakteri gibi zararlı organizmalara **patojen** denir. İnsan vücudu patojenlere karşı çeşitli savunma sistemlerine sahiptir. Hücre, doku ve organlardan oluşan bu savunma sistemine **bağışıklık sistemi** denir.

Bağışıklık sistemi organizmanın kendi molekülleri ve kendine ait olmayan (yabancı) moleküllerin ayrımını yapmak üzere kurulmuştur. Dolayısıyla savunma sistemi 3 aşamadan oluşur.

1. **Tanıma aşaması:** Organizma bu aşamada molekülün kendine ait bir molekül olup olmadığının ayrımını yapar.
2. **Aktivasyon aşaması:** Tanıma aşamasından sonra savunma hücrelerinin ve moleküllerinin yabancı olan moleküle doğru hareket etmeleri sağlanır.
3. **Tepki aşaması:** Hareketli hücreler ve moleküller patojeni yok eder.

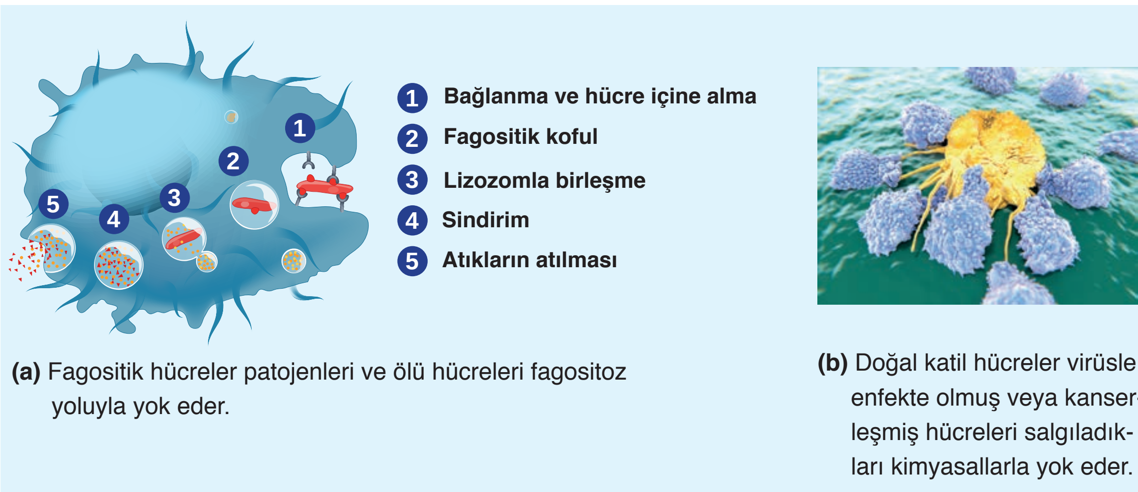
Bağışıklık sistemi tarafından koruma; **doğal bağışıklık** (özgül olmayan bağışıklık) ve **kazanılmış bağışıklık** (özgül bağışıklık) olmak üzere iki şekilde sağlanır.

DOĞAL BAĞIŞIKLIK

Doğal bağışıklık kişinin doğumdan itibaren sahip olduğu savunma hattıdır. Bu bağışıklık elemanları vücudu patojenlere karşı ayrım yapmadan savunur.

Doğal bağışıklık **birinci savunma hattı** (dış savunma hattı) ve **ikinci savunma hattı** (iç savunma hattı) olmak üzere iki bölümü içerir. Birinci savunma hattı patojenlerin vücuda girmesini engellerken ikinci savunma hattı ise dış savunmayı geçen patojenler ile mücadele eder.

Birinci savunma hattının sahip olduğu doğal bazı engeller patojen organizmaları durdurur veya filtreler. Örneğin sağlıklı bir deri, bakteri ve virüslerin aşamayacakları dayanıklı bir tabakadır. Burun kılları, kulak salgısı, solunum yolundaki hareketli siller, dış ortama doğrudan açık birçok organda bulunan mukus salgıları dış savunma hattının elemanlarıdır. Ayrıca mikroplara karşı kimyasal engeller de bulunur. Ter, tükürük ve gözyaşı salgıları bakterilerin hücre duvarını parçalayabilen enzimler içerir. Deri birçok mikroorganizmanın tutunmasına ve yaşamasına izin vermeyen yağlar ve asitler salgılar. Mide yutulan bakterilerin çoğunluğunu asit salgısıyla öldürür. İç savunma hattı yani savunmanın ikinci hattı akyuvarlar ve savunma proteinlerine sahiptir. Bu savunma sistemine iki tip akyuvar hücresi yardım eder. Bunlar fagosite edici hücreler ve doğal katil hücrelerdir (Görsel 1.100).



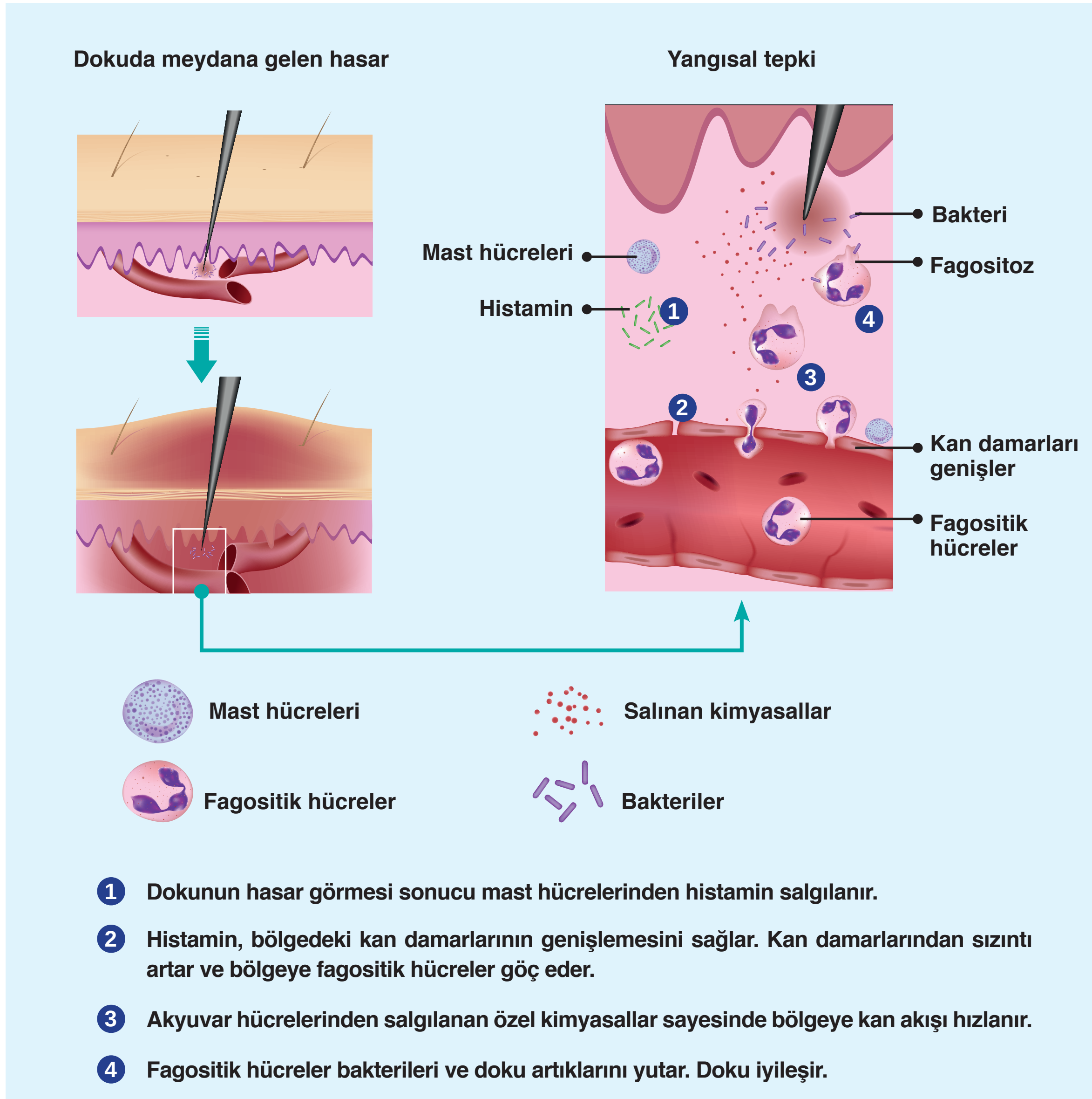
(a) Fagositik hücreler patojenleri ve ölü hücreleri fagositoz yoluyla yok eder.

(b) Doğal katil hücreler virüsle enfekte olmuş veya kanserleşmiş hücreleri salgıladıkları kimyasallarla yok eder.

Görsel 1.100
Fagositik hücreler ve doğal katil hücreler

Savunmanın ikinci hattında savunma proteinleri de görev alır. **İnterferon** adı verilen bu proteinler çeşitli mikroorganizma ve virüslere karşı hücre tarafından üretilir. Bir virüsle enfekte olmuş hücreler tarafından salgılanan interferon enfekte olmamış hücreleri uyarır. Bu hücreler de antiviral proteinler üreterek kendilerini virüs saldırısından korur. Savunma proteinlerinden biri de komplementer proteinlerdir. Bu proteinler alerjide ve kazanılmış bağışıklıkta görev almalarının yanında mikroorganizmaları eritir, antijen-antikor kompleksi oluşturarak fagositozu güçlü kılar, yangısal tepkilere yardım eder.

Bir dokunun herhangi fiziksel ya da kimyasal sebeple yaralanması durumunda vücut, birbiriyle uyumlu bir dizi savunma sergiler. Bu savunmaya **yangısal tepki** (iltihaplanma) denir. Yangısal tepkinin oluşması Görsel 1.101'de açıklanmıştır.



Görsel 1.101
Yangısal tepki

KENDİNİ GELİŞTİR

Zarar görmüş dokular bulundukları bölgeye kan akışını artırmak ve hızlandırmak için bazı kimyasallar salgılar. Ayrıca şiddetli doku hasarı veya enfeksiyona karşı başka kimyasallar da salgılanır. Bu kimyasallar kan dolaşımı aracılığıyla beyne giderek ateşin yükselmesini tetikler. Yüksek ateş bakteri üremesini engeller. Yangı giderici ilaçlar tepkiyi hafifletir, şişkinliği ve ateşi giderir, kan damarlarının genişlemesini durdurur, şişmeye engel olur. Bu ilaçlar yaralanan dokudaki yangısal tepki belirtilerini engeller ancak altta yatan nedeni tedavi etmez.

- Yangısal tepkiyi hafifleten ilaçların doktor kontrolü dışında kullanılmasının sonuçlarını arkadaşlarınızla tartışınız.

KAZANILMIŞ BAĞIŞIKLIK

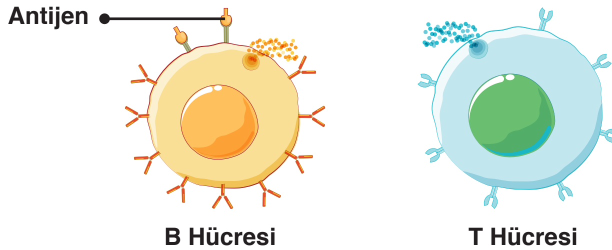
Kazanılmış bağışıklık insanın hayatı boyunca karşılaştığı patojenlere göre sürekli gelişen bir bağışıklıktır. Kazanılmış bağışıklık üçüncü savunma hattını oluşturur. Doğuştan gelen bağışıklığın mücadele edemediği ya da kaçırdığı patojenler ile savaşır.

Bu bağışıklık ikinci savunma hattını da aşmış olan mikroorganizmaları tanıyarak onlara karşı özel tepki oluşturan lenfositler (B ve T hücreleri) tarafından sağlanır. Bu lenfositler kemik iliğindeki kök hücreler tarafından üretilir. B hücreleri kemik iliğinde olgunlaşmalarını tamamlayıp özelleşirken T hücreleri kan yoluyla timüs bezine ulaşır ve burada olgunlaşarak özelleşir. Daha sonra B ve T hücreleri lenf sistemine geçerek vücut savunmasında görev alır.

Bir lenfositte tepki oluşmasına neden olan herhangi bir madde antijen olarak adlandırılır. Antijenler protein veya polisakkarit gibi büyük moleküllerdir. Virüs, bakteri, parazit gibi yabancıların yüzeyindeki bazı moleküller lenfositler için antijendir. Ayrıca bakterilerin salgıladıkları toksinler, polenler, çevremizdeki tozlar, küf sporlarındaki moleküller, nakledilmiş dokular da lenfositler açısından antijen içerir. Bazı hastalık yapan organizmaların genetik yapısındaki hızlı değişim insan sağlığına sürekli bir tehdit oluşturur. Genetik yapılardaki bu hızlı değişimler ayrıca antijen yapısının da değiştiği anlamına gelir. Antijenin yapısı değişebildiği için bunlara karşı bağışıklık geliştirmek her defasında işe yeniden başlamak anlamına gelir.

B VE T HÜCRELERİ

B ve T hücrelerinin antijen reseptörleri yapısal olarak birbirine benzer ancak antijenleri farklı şekillerde tanır. B hücresi antijen reseptörü “Y” şeklinde bir molekül olup dört polipeptit zincirinden oluşur. B hücrelerindeki antijen reseptörleri antijenle anahtar-kilit şeklinde bağlanarak B hücresini etkinleştirir. T hücrelerinin antijen reseptörleri ise sadece antijen parçacıklarını tanır (Görsel 1.102).



Görsel 1.102
B ve T Hücreleri

B ve T hücrelerinin antijen reseptörünün bir antijene bağlanması lenfositi aktifleştirecek olayların başlamasına neden olur. Aktive edilen B ve T hücreleri çok sayıda hücre bölünmesi geçirir. Bunun sonucunda aktive edilmiş hücre klonu oluşur. Bu hücrelerden bazıları antijene ya da antijeni üreten patojene karşı hızlı tepki veren kısa ömürlü hücrelere dönüşür.

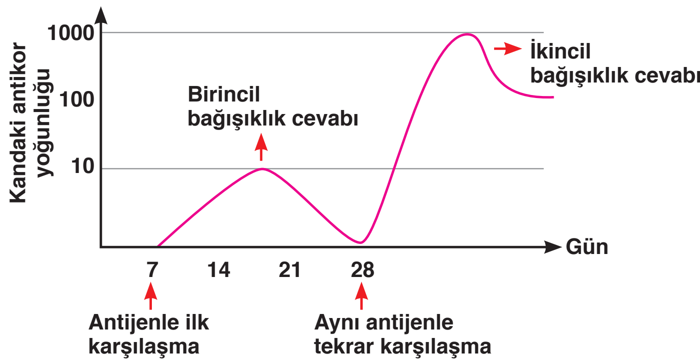
MERAKLISINA

Bağışıklık sistemi her antijeni tanıyıp bağlayacak oranda B ve T hücresi üretir. Her türden az sayıda lenfosit, vücudumuzda özgül bir antijeni tanıyıp tepki vermek üzere bekleme hâlindedir. Ancak bu lenfositlerin çoğu bir antijenle karşılaşmaz.

Bir B hücresinin antijene bağlanması o antijene özgü **antikor** veya **immünuglobulin** adı verilen özel proteinlerin üretilmesini başlatır. Üretilen bu özel proteinler vücudun savunulmasında kullanılmak üzere plazmaya verilir. T hücrelerinin tepki veren formu ise yardımcı T hücreleri ve sitotik T hücreleridir. Hücre klonunda kalan diğer hücreler ise uzun ömürlü olan **bellek** (hafıza) **hücreleri** olup aynı antijenle karşılaşıldığında tepki veren hücrelere dönüşme özelliğine sahiptir.

BAĞIŞIKLIK HAFIZASI

Bir antijenle daha önceden karşılaşmış olma; bağışıklık tepkisinin hızını, süresini ve gücünü etkilemektedir. Bir antijenle ilk defa karşılaşıldığında birincil bağışıklık cevabı oluşur. Bu durumda B ve T tepki hücreleri klonlarını üretmek üzere çoğalır. Antijenle karşılaşmadan sonra B ve T hücreleri aktifleşir ve genellikle 10-17 gün sonra birincil cevap en üst düzeye çıkar. Eğer birey aynı antijenle yeniden karşılaşırsa bağışıklık yanıtı 2-7 gün içerisinde zirve yaparak daha hızlı, daha etkili ve daha uzun süreli olur. Aynı antijenle yeniden karşılaşılmasında ortaya çıkan durum bağışıklık sisteminin ikincil bağışıklık cevabıdır (Grafik 1.7).



Grafik 1.7: *Birincil ve ikincil bağışıklık cevaplarının oluşumu*

MERAKLISINA

B hücreleri antikor üreten efektör hücreler olduğundan bu hücreler tarafından zaman içerisinde oluşturulan özgül antijen konsantrasyonlarını ölçmek birincil ve ikincil bağışıklık cevaplarını birbirinden ayırt etmekte kullanılır.

Bağışıklık cevabının oluşumunu incelemek için karekodu okutunuz.



HUMORAL VE HÜCRESEL BAĞIŞIKLIK

B ve T lenfositlerin bağışıklıktaki faaliyetleri humoral ve hücresel bağışıklığı oluşturur. Kan ve lenfte bulunan antikorların antijenleri ve patojenleri etkisiz hâle getirmesine **humoral bağışıklık** (sıvısal bağışıklık) denir. Özelleşmiş T hücrelerinin enfekte olmuş konak hücreleri yok etmesine ise **hücresel bağışıklık** denir. Hem humoral hem hücresel bağışıklık birincil ve ikincil bağışıklık cevaplarını kapsar.

AKTİF VE PASİF BAĞIŞIKLIK

Bir patojen vücudu enfekte ettiğinde patojene karşı vücudun verdiği birincil ve ikincil bağışıklık cevaplarında antikorlar ve T hücreleri kişinin kendi bağışıklık sistemi tarafından üretilir. Bu bağışıklamaya **aktif bağışıklık** denir. Aktif bağışıklık aşılama veya hastalık etkeni olan patojenle karşılaşma sonrası elde edilir.

Günümüzde birçok antijen kaynağı aşı yapımında kullanılmaktadır. Etkisizleştirilmiş bakteri toksinleri, öldürülmüş veya hastalık yapamayacak şekilde zayıflatılmış patojenler, patojen parçaları, mikroorganizmanın proteinlerini kodlayan genler veya RNA'lar aşı yapımında kullanılabilir. Bu etkenlerin hepsi birincil bağışıklığı tetikler ve bağışıklıkla ilgili hafızanın oluşumuna neden olarak ikincil bağışıklık cevabının oluşumunu sağlar.

Belirli bir antijene karşı daha önceden üretilmiş antikorların başka bir kişiye aktarılmasıyla oluşan bağışıklığa **pasif bağışıklık** denir. Hamile bir kadının kanındaki antikorların plasenta yoluyla fetüse geçmesi ya da emziren anneden bebeğe geçmesi pasif bağışıklığa örnektir. Ayrıca bu antikorlar insandan veya koyun, at gibi hayvanlardan alınarak kişilere verilebilir. Alınan bu hazır antikor içeren çözeltiye **serum** denir.

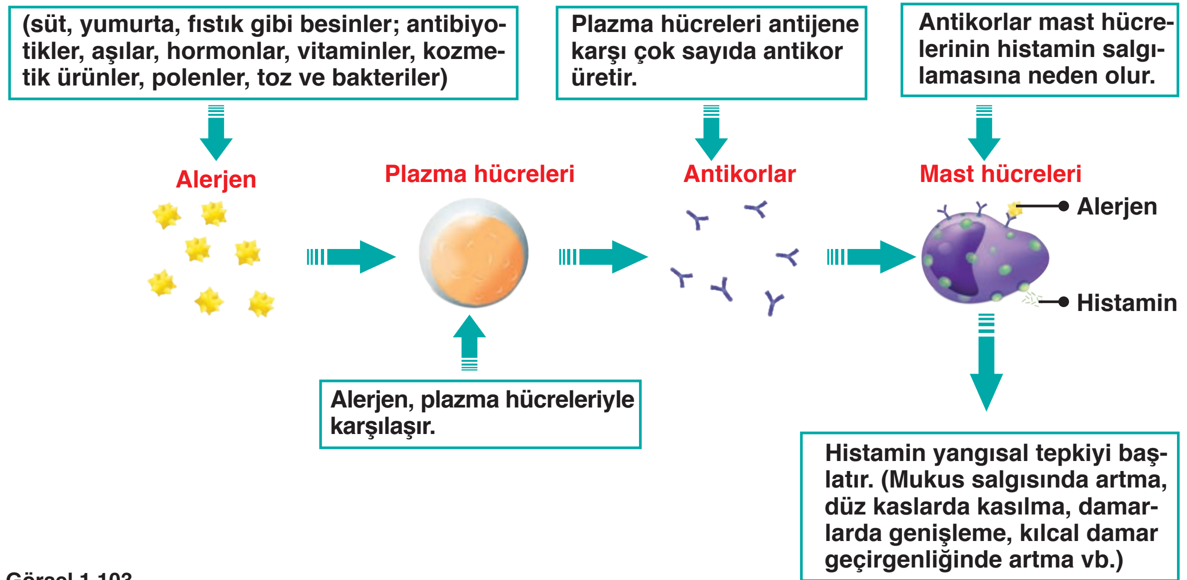
MERAKLISINA

Zehirli yılanların bir ya da daha fazla türünün zehrine karşı bağışık duruma getirilmiş olan koyun ya da atlardan elde edilenseruma **antiserum** denir. Yılan ısırmasından hemen sonra antiserum enjekte edildiğinde antiserumdaki antikorlar zehirdeki toksinleri etkisiz hâle getirebilir. Canlı tarafından ısırılan ya da sokulan kişide bu serumun kullanılması da pasif bağışıklığa örnektir.

ALERJİ

İnsan vücudunda alerjik reaksiyon başlatabilen maddelere **alerjen** denir. Alerji, alerjen denilen antijenlere karşı bağışıklık sisteminin verdiği aşırı duyarlı tepkidir. Saman nezlesi olarak bilinen ve özellikle bahar aylarında sıklıkla görülen alerjide B hücrelerinde oluşan plazma hücreleri, polen tanelerindeki antijenlere karşı özgül antikorlar üretir. Polen taneleri vücuda girdikten sonra antijenlerle antikorlar tutunur. Mast hücreleri uyarılarak histamin ve yangı oluşturan diğer kimyasalların salgılanması sağlanır. Ayrıca başka hücrelerin de uyarılması sonucu burun akıntısı, hapşırma, gözlerde yaşarma, düz kaslarda soluk almayı zorlaştıracak kasılmalar gibi tipik alerjik belirtiler oluşur.

Yumurta,süt gibi besinler, aşılar, antibiyotikler, kozmetik ürünler, polenler, toz, bakteriler, arı zehri gibi birçok farklı etkene karşı alerji oluşabilir. Alerjik tepki mekanizması Görsel 1.103'te gösterilmiştir.



Görsel 1.103
Alerjiye verilen tepki

KENDİNİ GELİŞTİR

Bazı hastalık yapan organizmaların genetik yapısındaki hızlı değişimler o organizmaya karşı geliştirilen bağışıklığı etkisiz bırakabilir. Bu durumda değişikliğe uğrayan antijene karşı yeniden bağışıklık geliştirmek gerekir.

1. COVID-19 virüsü için geliştirilen aşılar için de metinde bahsedilen olay geçerli midir? Nedenlerini açıklayınız.

....

....

2. COVID-19 enfeksiyonunda olduğu gibi bazı hastalıkların önlenmesi için belli süreler sonunda aşının tekrarlanmasının nedeni nedir?

....

....

3. Aşılamanın toplumdaki bulaşıcı bir hastalığın ortadan kalkmasındaki fonksiyonunu gösteren örnekleri araştırarak yazınız.

....

....

Aşağıdaki doğru yanlış sorusunu cevaplayınız. Yanlış olan bilginin doğrusunu karşısındaki kutucuğa yazınız.

1.

	D / Y	YANLIŞ İSE DOĞRUSU
a) Vücuttan toplanan kan alt ve üst ana toplardamarlarla kalbin sol kulakçığına gelir.		
b) Sağ karıncıktan çıkan akciğer atardamarı oksijen bakımından fakir kanı akciğerlere götürür.		
c) Oksijen bakımından zengin kan aort atardamarıyla kalbin sağ karıncığından çıkar.		
ç) Vücutta sadece akciğerlerden kalbe kan getiren akciğer toplardamarları oksijen bakımından zengin kan taşır.		
d) Aorttan ayrılan koroner atardamarlar kalbi besler.		

Aşağıdaki soruyu yapılandırılmış kutu (grid) yöntemine uygun biçimde cevaplayınız. Doğru kavram ve ifadelerin numaralarını boşluklara yazınız. Aynı kutucuğu birden fazla soru için kullanabilirsiniz.

2.

1	Lizozim enzimleri	2	İnterferonlar	3	B lenfositleri	4	T lenfositleri
5	Doğal katil hücreler	6	HCl salgısı	7	Tükürük salgısı	8	Yangısal tepki
9	Fagositoz yapan hücreler	10	Gözyaşı	11	Ateşin yükselmesi	12	Ter salgısı

a) Yukarıdakilerden hangisi / hangileri doğal bağışıklık savunma mekanizmalarından birinci savunma hattında görevlidir? ....

b) Yukarıdakilerden hangisi / hangileri doğal bağışıklık savunma mekanizmalarından ikinci savunma hattında görevlidir? ....

c) Yukarıdakilerden hangisi / hangileri kazanılmış bağışıklık mekanizmasında (üçüncü savunma hattı) görevlidir? ....

ç) Yukarıdakilerden hangisi / hangileri antikor üreterek humoral bağışıklıkta görev yapar? ....

d) Yukarıdakilerden hangisi / hangileri hücresel bağışıklıkta görev yapar? ....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen kavramlardan uygun olanını kullanarak boşluk doldurma soru tekniğine uygun biçimde tamamlayınız. Açıkta kalan kavramla ilgili bir cümle yazınız.

3.

humoral	eritropoietin	plazma	anemi	serum	hemoglobin
albümin	hemofili	fibrinojen	hücresel	trombositler	

a) Kan doku, kan hücreleri ve .... adı verilen ara maddeden oluşur.

b) Alyuvarlarda bulunan .... solunum gazlarını taşır.

c) Kanın pıhtılaşmasında görev yapan .... kırmızı kemik iliğindeki megakaryositlerin parçalanmasıyla oluşur.

ç) Alyuvar üretilmesinde etkili olan .... hormonu böbreklerde ve karaciğerde üretilir.

d) Karaciğerde üretilen plazma proteinlerinden .... kanın pıhtılaşması sırasında fibrin liflerini oluşturur.

e) Alyuvar eksikliği .... hastalığına neden olur.

f) T hücreleri doğrudan mikroorganizmalara saldırarak .... bağışıklıkta görev alır.

g) Kanın pıhtılaşmasından sorumlu bazı faktörler .... hastalarında genetik olarak üretilemez.

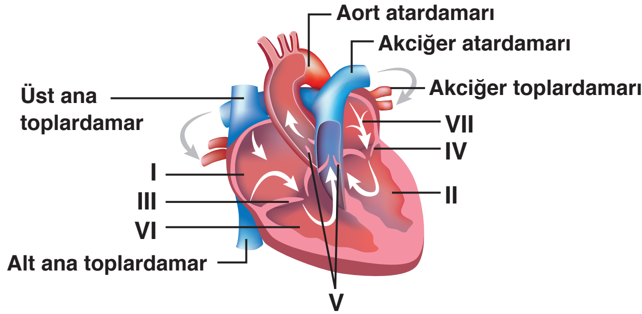
ğ) Kanın osmotik basıncının ayarlanmasında .... proteini rol oynar.

h) B hücreleri ürettikleri antikorlarla .... bağışıklıkta etkilidir.

ı) Açıkta kalan kavram: ....

4 ve 5. kısa cevaplı soruları belirtilen alanlara yazınız.

4. Kalbin yapısının verildiği görselde numaralandırılmış kısımların adlarını ilgili boşluklara yazınız.



I : ....

II : ....

III : ....

IV : ....

V : ....

VI : ....

VII: ....

5. Birbiri ile bağlantılı tek bir atardamar, kılcal damar ve toplardamar incelendiğinde bu damarları aşağıda istenen özellikler yönünden sıralayarak yazınız.

a) Kan akış hızı: .... **b)** Kan basıncı: ....

c) Duvar kalınlığı: .... **ç)** Kesit alanı: ....

6-8. açık uçlu soruları verilen metinlerden yararlanarak cevaplayınız.

İnsanlar diğer memelilerde olduğu gibi iki kulakçık ve iki karıncıktan oluşan dört odacıklı bir kalbe sahiptir. Sağ kulakçık üst ve alt ana toplardamarlar aracılığıyla oksijen bakımından fakir kanı alırken sol kulakçık ise akciğerlerde temizlenen oksijen bakımından zenginleşmiş kanı alır. Sağ karıncık oksijen bakımından fakir olan kanı zenginleştirmek üzere akciğerlere sol karıncık ise dokuların ihtiyacı olan oksijen bakımından zengin kanı aort aracılığıyla tüm vücuda dağıtır. Kalbin içi kanla dolu olmasına karşın kalp hücreleri kanı aorttan ayrılan koroner damarlar aracılığıyla alır. Kalpte sağ kulakçık ile sağ karıncık arasında triküspit, sol kulakçık ile sol karıncık arasında ise mitral kapak bulunur. Semilunar kapaklar ise akciğer atardamarı ve aortun kalbi terk ettiği çıkışlarda bulunur ve sırasıyla pulmoner kapakçık ve aort kapakçığı adını alırlar.

6. Ağız yoluyla alınarak ince bağırsaktan emilen bir ilaç, böbrekler aracılığı ile atılıyorsa alınan ilacın emiliminden böbreklerden atılıncaya kadar geçtiği yapıları sırasıyla yazınız.

....

....

....

7. Kalbin odacıkları arasında ve akciğer atardamarı ile aortun kalbi terk ettiği çıkışlarda bulunan kapakçıklar tek yönlü açılan kapakçıklardır. Bu kapakçıkların görevlerini ve nasıl açılıp kapandıklarını açıklayınız.

....

....

....

8. Kalp kapakçıklarının düzgün açılıp kapanmaması nasıl sorunlar oluşturabilir?

....

....

9. Kalp atım sayısı yetişkin bir insanda dakikada 60-80'dir. Çocuklarda bu sayı dakikada 90-140 arasındadır. Doğumda 130 civarıdır. Kalp atım sayısındaki farklılığın nedeni nedir?

....
....
....
....
....
....
....

10-22. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. Dolaşım sistemiyle ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Atardamarlarda kan basıncı toplardamar ve kılcal damarlara göre daha yüksektir.

B) Kılcal damarlarda ozmotik basınç sabittir.

C) Kılcal damarın toplardamar ucundaki kan basıncı yüksektir. Bu durum doku sıvısına madde geçişini sağlar.

D) Kılcal damarlardan doku sıvısına fazla miktarda madde geçişi ödem oluşturur.

E) Kılcal damarlardaki kan basıncı toplardamarlardaki kan basıncından yüksektir.

11. Tabloda dolaşım sistemine ait kavramlar ve kavram açıklamaları karışık olarak verilmiştir.

a. Sistol	1. Kalp atışının atardamardan hissedilmesi olayı
b. Küçük tansiyon	2. Kalbin kasılması
c. Nabız	3. Karıncıkların gevşeme basıncı
ç. Aritmi	4. Kalp kapakçıklarının bozuk olup kanı kulakçıklara kaçırması
d. Diyastol	5. Kalbin gevşemesi

Buna göre aşağıdakilerden hangisinde tablodaki kavram ile kavram açıklaması yanlış eşleştirilmiştir?

A) c-1 B) a-2 C) b-3

D) d-5 E) ç-4

12. Toplardamarlarda kanın ilerlemesinde aşağıdakilerden hangisi etkili değildir?

A) Soluk alıp verme sırasında göğüs kafesindeki basınç değişimlerinin etkisi

B) Kalbe göre daha altta kalan toplardamarlar için yer çekiminin olumlu etkisi

C) İskeleti saran kasların kasılıp gevşemesi

D) Toplardamarlardaki tek yönlü açılan kapakçıklar

E) Kalp kulakçıklarının gevşemesi sırasında oluşan negatif basınç

13. Aktif ve pasif bağışıklıkla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Etkisizleştirilmiş bakteri toksinleri, öldürülmüş veya hastalık yapamayacak şekilde zayıflatılmış patojenler aşı yapımında kullanılabilir.

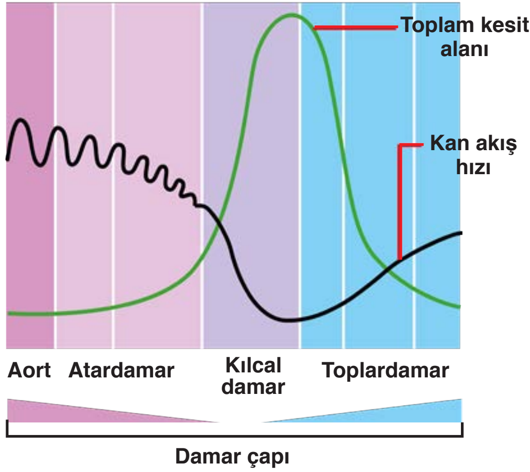
B) Aşı birincil bağışıklığı tetikler ve bağışıklıkla ilgili hafızanın oluşumuna neden olarak ikincil bağışıklık cevabın oluşumunu sağlar.

C) Belirli bir antijene karşı daha önceden üretilmiş antikorların farklı antijenlerle hastalanan kişiye aktarılmasıyla pasif bağışıklık oluşur.

D) Serum üretiminde insan, at, koyun gibi canlılar kullanılabilir.

E) Zehirli bir canlı tarafından ısırılan ya da sokulan kişide antiserum kullanılması pasif bağışıklamaya örnektir.

14. Aşağıdaki grafikte damarların sahip olduğu toplam kesit alanları, kan akış hızı ve damar çapları gösterilmiştir.



Buna göre damarların özellikleri dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Aynı kesit alanına sahip farklı damarlarda kan akış hızı eşittir.

B) Grafikteki ilk kesişme noktasında kılcal damar geçirgenliği en yüksektir.

C) Kılcal damarlarda toplam kesit alanının fazla oluşu kan akış hızının yavaş olmasına yol açar.

D) Kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi kesit alanı ile kan akış hızının kesiştiği bölgelerde gerçekleşir.

E) Kılcal damarlarda kan akış hızının toplam kesit alanına eşit olduğu bölgelerde iki yönlü difüzyon gerçekleşir.

15. Aşağıda verilen durumlardan hangisi ödem oluşumuna neden <u>olmaz</u>?

A) Kılcal damarlardaki kan basıncının protein ozmotik basıncından yüksek olması

B) Kılcal damarda protein ozmotik basıncının kan basıncından yüksek olması

C) Kan proteinlerinin lenf kılcallarını tıkaması

D) Aşırı tuzlu besinlerin tüketilmesi

E) Bazı parazitlerin lenf damarlarını tıkaması

16. Kalbin kasılması sonucu damarda oluşan basınç 140 mmHg'dan gevşeme basıncı 90 mmHg dan büyük olma durumu ile hipertansiyon başlar. Hipertansiyon teşhisinin konulması için birçok kez yapılan ölçümlerin sonucunda yüksek değerler bulunmuş olması gerekir. Hipertansiyonun birçok nedeni olabilir.

Buna göre

I. Stres
II. Genetik yatkınlık
III. Dengeli ve sağlıklı beslenme
IV. Yüksek oranda tuz tüketimi
V. Egzersiz azlığı

ifadelerinden hangileri hipertansiyonun ortaya çıkmasında etkilidir?

A) I ve II B) II, IV ve V C) II, III ve IV

D) I, II, IV ve V E) I, II, III ve IV

17. İnsan vücudunda birçok hastalık etkeninin önceden tanınmasını ve yabancı maddelere karşı hızlı bir cevap oluşturmasını sağlayan doğal bağışıklık unsurları vardır. Doğal bağışıklık kademeli bir savunma sistemi oluşturur.

Buna göre

I. Mukoza
II. İnterferonlar
III. Yangısal tepki
IV. Deri
V. Fagositoz yapan hücreler

ifadelerinden hangileri doğal bağışıklıkta ikinci savunma hattını oluşturur?

A) I, II ve III

B) I, III ve IV

C) II, III ve V

D) II, IV ve V

E) I, II, III ve V

18. Vücudu çeşitli enfeksiyonlara ve toksik maddelere karşı koruyan kan hücreleri akyuvar (lökosit) hücreleridir. B ve T lenfositleri akyuvar çeşitlerindendir.

Buna göre B ve T lenfositleri ile ilgili

I. T lenfositleri timüs bezinde olgunlaşır.
II. B lenfositleri kemik iliğinde olgunlaşır.
III. B lenfositleri bakteri ve virüslere karşı antikor oluşturur.
IV. T lenfositleri doğrudan mikroorganizmaya saldırarak savunma yapar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

19. Aşağıda kanda bulunan bazı maddeler ve görevleri karışık olarak verilmiştir.

I. Albümin	a. Kanın damar dışında pıhtılaşmasını sağlar.
II. Heparin	b. Antikor oluşumunda görev alır.
III. Histamin	c. Kanın pH dengesini ve ozmotik basıncını düzenler.
IV. Fibrinojen	d. Kılcal damar geçirgenliğini ayarlar.
	e. Kanın damar içinde pıhtılaşmasını önler.

Buna göre aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?

A) I ve c B) II ve b C) II ve e

D) III ve d E) IV ve a

20. Doku sıvısı, lenf damarlarına geçtiğinde lenf sıvısı adını alır. Lenf sıvısının bileşimi hemen hemen doku sıvısıyla aynıdır.

Buna göre aşağıdakilerden hangisinin lenf sıvısında bulunması beklenmez?

A) Alyuvarlar

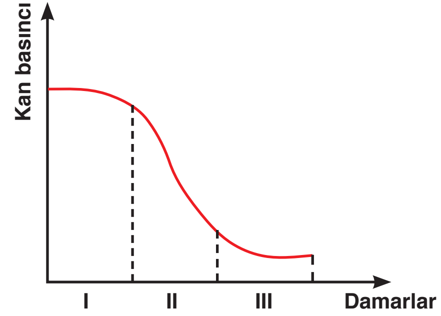
B) Lökositler

C) Proteinler

D) Şilomikron

E) CO_2, NH_3 gibi artık maddeler

21. Damarlardaki kan basıncı aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Buna göre grafikte numaralandırılmış alanlara yazılması gereken kan damarları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Atardamar	Kılcal damar	Toplardamar
B)	Kılcal damar	Atardamar	Toplardamar
C)	Toplardamar	Kılcal damar	Atardamar
D)	Toplardamar	Atardamar	Kılcal damar
E)	Atardamar	Toplardamar	Kılcal damar

22. Atardamar, toplardamar ve kılcal damar sırasıyla a, b ve c harfleriyle gösterilmiştir. Aşağıda bu damarlarla ilgili bazı özellikler verilmiştir.

I. Doku sıvısı ile kan arasında madde alışverişi yapar.
II. Yapısında elastik lif miktarı fazladır.
III. Damar çapı büyüktür.

Buna göre damar çeşitleri ve bu damarlara özgü özellikler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak eşleştirilmiştir?

	a	b	c
A)	I	II	III
B)	II	I	III
C)	III	II	I
D)	III	I	II
E)	II	III	I

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



5. BÖLÜM



İÇERİK

1. SOLUNUM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ
2. ALVEOLLERDEN DOKULARA VE DOKULARDAN ALVEOLLERE GAZ TAŞINMASI
3. SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARI
4. SOLUNUM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Anahtar Kavramlar

- Alveol
- Bronş
- Diyafram
- Gaz taşınımı
- Hemoglobin
- Solunum

TEMİZ HAVA SOLUMAK ARTIK O KADAR KOLAY DEĞİL

Soluduğumuz havanın kalitesi hakkındaki endişeler gün geçtikçe artmaya devam ediyor. Bu kaygıları azaltmak için çeşitli firmalar yeni teknolojik ürünler üzerinde çalışıyor. Bu ürünler arasında solunan havayı temizleyen yüz maskeleri ön plana çıkıyor.

Hava kirliliği her yıl tahmini olarak 4,2 milyon kişinin ölümüne neden oluyor. Dünya Sağlık Örgütü referans değerlerine göre dünya nüfusunun %91 gibi büyük bir kısmı hava kalitesinin düşük olduğu bölgelerde yaşıyor. Dünyada her 10 kişiden 9'u kirli hava soluyor. Bu kirliliğin en yoğun olduğu endüstri bölgelerinde çalışanlar ve o bölgelerde yaşayanlar çok ciddi sağlık problemleriyle karşılaşıyor. Kullanılan maskeler genellikle solunan havanın kalitesini artırma gibi bir özellik barındırmıyor ve sadece belirli boyutlardaki partikülleri tutmaya yarıyor. Bazı özel maskeler ise kimyasal maddeleri daha iyi filtreleyebiliyor ve daha küçük boyutlardaki partikülleri tutabiliyor. Diğer taraftan bu maskelerin genellikle eski teknolojileri barındırması ve sadece belli kesimlerce kullanılması problemin başka bir boyutunu gösteriyor. Sonuç olarak solunan havanın kalitesinin sürekli azalması yakın gelecekte yüz maskelerini devamlı kullanılan kişisel aksesuarlar hâline getirebilir.

Kişisel hava filtreleri ile ilgili teknolojik gelişmeler yatırım şirketleri tarafından da takip ediliyor. Şirketler patentli geliştirdikleri teknolojileri zaman zaman fuarlarda tanıtıyor. Örneğin yeni geliştirilen bir cihaz, ağız ve burun çevresinde sızdırmazlık gerektirmeden pozitif basınçlı temiz hava oluşturmak için kulakların altındaki fanları kullanıyor. Bu sayede ağız ve burnu içine alan hazne kısmına sürekli bir şekilde temiz hava doluyor. Normal maskelerde ciğerler sayesinde hazneye hava doldurma işlemi gerçekleşirken bu cihazda hava ciğerlere çekildiğinde fanlar yardımıyla hazne tekrar hava ile dolduruluyor. Dakikada 240 litreye kadar temiz hava sağlayabilen fanlar sporcu performansları için bile yeterli olacak seviyede tasarlanmış.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik dergisi, Mart 2020

HAZIRLIK SORULARI

1. **Soluduğumuz havanın kalitesini belirleyen faktörler nelerdir? Yaşadığınız bölgenin hava kalitesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.**
2. **Endüstri bölgelerinde çalışan ve yaşayan bireylerde hava kirliliğinden kaynaklı hangi rahatsızlıklar gözlenebilir?**
3. **Yeni geliştirilen teknolojik maskeler hangi meslek alanlarında kullanılabilir? Nedenlerini tartışınız.**

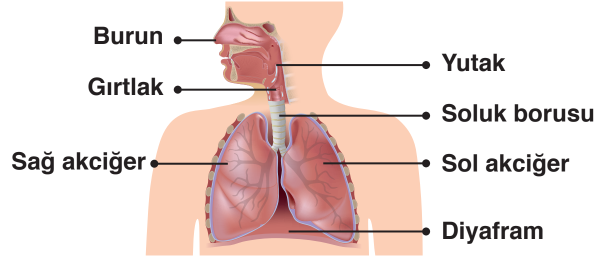
Bölümün sunu karekodu



5.1. SOLUNUM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

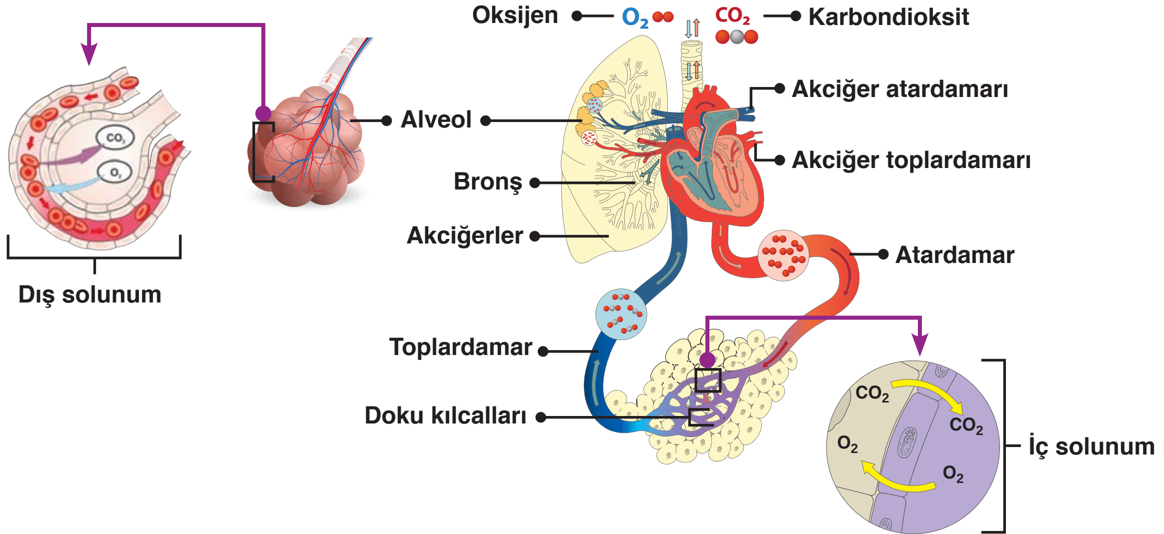
Hücreler canlılıklarını sürdürebilmek için enerji üretmek zorundadır. Hücrelerde enerji üretimi (alyuvar hücreleri ve kas hücrelerinde görülen laktik asit fermantasyonu dışında) oksijenli solunumla gerçekleşir. Hücreler solunum için dış ortamdan oksijen alır. Ayrıca hücrede solunum reaksiyonları sonucu açığa çıkan karbondioksidin de vücudun ve kanın pH dengesi için vücuttan uzaklaştırılması gerekir. Solunum gazları adı verilen oksijen ve karbondioksidin değişimi solunum sistemi ile gerçekleşir.

Solunum sisteminde dışarıdan alınan havanın iletilmesinden ve kan ile gaz değişiminin yapılmasından sorumlu yapılar bulunur. Solunum sistemi; **burun**, **yutak** (farinks), **gırtlak** (larinks), **soluk borusu** (trake) ve **akciğerlerden** meydana gelir (Görsel 1.104). Ayrıca göğüs kafesi, kaburgalar arası kaslar, diyafram ile akciğerlerin elastik ve kolajen yapıları havanın hareketinde etkilidir.



Görsel 1.104
Solunum sistemi organları

Solunum olayı dış solunum ve iç solunum olmak üzere iki aşamada gerçekleşir (Görsel 1.105). Solunum organları ile akciğer kılcal damarları arasında yapılan gaz değişimi **dış solunum** olarak adlandırılır. Doku kılcal damarları ile hücreler arasındaki gaz değişimine ise **iç solunum** denir. Dış solunum ve iç solunum olaylarında solunum gazlarının değişimi difüzyonla gerçekleşir. Solunum gazlarının solunum sistemi ile hücreler arasındaki iletiminde ise dolaşım sistemi görev yapar.



Görsel 1.105
Dış ve iç solunum

BURUN

Burun, solunum sisteminin dış ortamla bağlantısını kuran organdır. Atmosferden alınan hava bir çift burun deliği ile burun boşluğuna gelir. Buradaki kıllar ve kıvrımlarla hava içindeki parçacıklar büyük oranda tutulur ve vücuttan uzaklaştırılır. Burun boşluğundaki epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakasından salgılanan mukus ile alınan hava nemlendirilir. Hava içinde gelen küçük parçacıklar, mikroplar ve gaz hâlindeki kirler tutulur. Hapşırma refleksi de burun yollarındaki yabancı maddelerin temizlenmesine yardımcı olur. Sinüs boşluklarında üretilen çok az mukus salgısı da küçük deliklerle burun boşluğuna iletilir. Burun boşluğundaki epitel doku altında yer alan zengin kılcal damar ağı ile alınan hava ısıtılır. Burun aynı zamanda koklama duyusu olarak görev yapar. Böylece hava, burun boşluğundan geçerken koku yönünden de kontrol edilir. Burnun solunum sistemindeki bu fonksiyonları nedeniyle ağızdan nefes almak yerine burundan nefes almak daha sağlıklıdır.

YUTAK (Farinks)

Burun boşluğundan geçen temizlenmiş, nemlenmiş ve ısıtılmış hava; solunum ve sindirim sisteminin kesişim yeri olan yutağa gelir. Yutak, ağız yoluyla alınan besinleri yemek borusuna iletirken burundan alınan havayı soluk borusuna iletir. Yutak ayrıca östaki borusu ile orta kulakla da bağlantılıdır. Yutağın iltihaplanması ya da tahriş olması **faranjit** hastalığına neden olur.

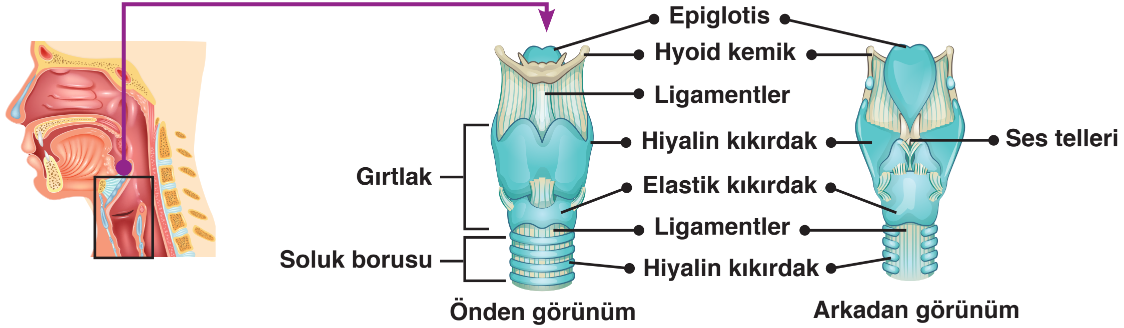
GIRTLAK (Larinks)

Gırtlak, yutaktan gelen havayı soluk borusuna iletir (Görsel 1.106). Gırtlak kapağı (epiglottis) besinin yutulması sırasında gırtlağı kapatır ve besinin soluk borusuna kaçmasını engeller. Gırtlağın iç yüzeyi epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası ile kaplıdır. Bu tabaka mukus üretimi, havanın iletilmesi ve sesin oluşmasında görevlidir. Epitel hücrelerin yaptığı katlanmalar ses tellerini oluşturur. Havanın gırtlakta ilerleyişi sırasında buradaki istemli kasların hareketi ile ses telleri gerilir, titreşir ve ses oluşur.

Gırtlakta hava yolunun açık tutulmasına destek olan farklı boyutlarda hiyalin ve elastik kıkırdaklar bulunur. Kıkırdaklar dıştan bağ doku ve iskelet kasları ile sarılıdır. Gırtlağın hareketi kaslarla sağlanır. Gırtlağın çeşitli sebeplerle iltihaplanması **larenjit** hastalığına neden olur.

MERAKLISINA

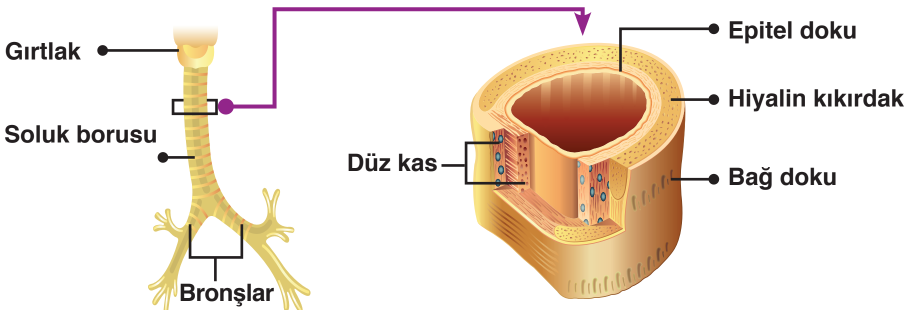
Heimlich (*Haymlik*) manevrası (Karna bası uygulama): Tam tıkanma durumunda solunum yoluna kaçan yabancı cisimlerin çıkarılması amacıyla yapılan bir ilk yardım uygulamasıdır. Yumruk yapılan bir elin başparmağı midenin üst kısmına ve göğüs kemiğinin hemen altına yerleştirilerek diğer elin yardımıyla bası uygulanır. Tıkanma durumdaki hasta nefes alamaz, acı çeker, ellerini boynuna götürür, konuşamaz, rengi morarır. Hastanın bilinci açık ya da kapalı olabilir.



Görsel 1.106
Gırtlak

SOLUK BORUSU

Gırtlak ile akciğerler arasında yer alan soluk borusu yaklaşık 12 cm uzunluğunda ve 2 cm çapındadır. İç yüzeyinde epitel doku, ortada düz kaslar ve kıkırdak doku, dışta ise bağ doku bulunur (Görsel 1.107). İç yüzeyinde silli epitel hücreler ile bunlar arasına yerleşmiş mukus salgılayan hücreler ve bezler bulunur. Mukus salgısı ile soluk borusu nemlendirilir. Hava ile buraya kadar gelen tozlar, yabancı maddeler ve mikroplar tutulur. Yukarı doğru tek yönlü gerçekleşen sil hareketleri sayesinde yabancı maddeler mukus ile birlikte dışarı atılır. Soluk borusunun orta tabakasında “C” harfi şeklinde 16-20 adet hiyalin kıkırdaktan oluşan halka ve düz kaslar bulunur. Kıkırdak halkaların serbest uçları düz kaslarla birbirine bağlıdır. Bu halkalar soluk borusunun gergin ve sürekli açık kalmasını sağlar.



Görsel 1.107
Soluk borusu ve soluk borusunun enine kesiti

Soluk borusunun sağ ve sol akciğere giren alt ucu iki kola ayrılarak **bronş** adı verilen yapıları oluşturur. Bronşların yapısı da soluk borusuyla benzerlik gösterir. Solunum yolunun açık kalmasında etkili olan kıkırdak yapılar burada da vardır. Çeşitli sebeplerle bronşların iltihaplanması **bronşit** hastalığına neden olur. Bronşlar akciğerlerin içinde birçok kez dallanmalar yaparak **bronşçukları** (bronşiyol) oluşturur. Bronşçuklarda kıkırdak doku bulunmaz. Kıkırdak doku yerini tamamen düz kaslara bırakmıştır. Bronşçukların yaptığı dallanmalar tüm akciğer boyunca yayılarak uç kısmında gaz değişiminin gerçekleştiği **alveol** adı verilen milyonlarca hava keseciğine açılır (Görsel 1.108).

Görsel 1.108
Bronş, bronşiyoller ve alveollerin enine kesiti

AKCİĞERLER

Akciğerler göğüs boşluğunda yer alır. Sağ ve sol akciğer olmak üzere iki tanedir. Sağ akciğer 3, sol akciğer ise 2 lopludur. Sol akciğer, alt kısmında kalbin bulunması nedeniyle sağ akciğere göre daha küçüktür. Her iki akciğer de **plevra** adı verilen zarla örtülüdür. İçteki zar akciğerleri, dıştaki zar göğüs boşluğunu astarlar. Plevra zarının bu özelliği akciğerlerin göğüs boşluğundaki hareketini, dolayısıyla soluk alıp vermeyi kolaylaştırır.

Akciğerlerde bulunan tek katlı yassı epitel hücrelerin oluşturduğu alveollerin etrafı gaz değişiminin gerçekleştiği kılcal damarlarla çevrelenmiştir (Görsel 1.109). Milyonlarca alveol ile akciğerlerdeki solunum yüzey alanı yaklaşık 100 m^2dir. Alveollerde ayrıca epitel hücreler arasına yerleşmiş, epitel hücrelerin yenilenmesinden ve sürfaktan maddesinin salgılanmasından sorumlu hücreler bulunur. Protein ve fosfolipitten oluşan sürfaktan maddesi alveollerin havayla temas eden yüzeylerini kaplayan ince sıvı tabakasının yüzey gerilimini azaltarak solunumu kolaylaştırır. Soluk verme sırasında alveollerin sönmesini önler. Ayrıca kılcal damarlardan alveollere fazla sıvı girişini dolayısıyla solunumla fazla sıvı kaybını engeller. Alveol duvarında epitel hücrelerden başka çok sayıda makrofaj bulunur. Makrofajlar, hava yoluyla gelen, alveollere tutunmaya başlayan küçük parçacıkları ve hastalık etkeni mikroorganizmaları fagositozla yok etmeye çalışır.

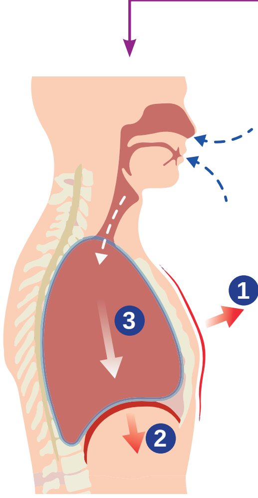
MERAKLISINA

Prematüre bebeklerde sürfaktan maddesi eksikliğine bağlı olarak RDS (*Respiratuar Distres Sendoromu*) hastalığı görülür. Bu hastalık nedeniyle prematüre bebek soluk alıp vermede büyük sorunlarla karşılaşabilir. Günümüzde erken doğan bebekler yapay sürfaktan maddesi uygulanarak tedavi edilir.

Görsel 1.109
Alveollerin yapısı ve gaz değişimi

SOLUK ALIP VERME MEKANİZMASI

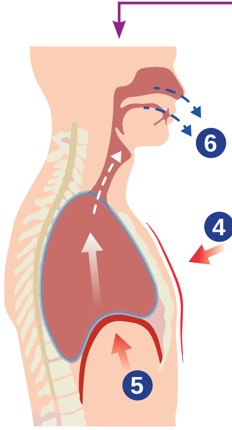
Yetişkin bir insan dakikada ortalama 12 kez soluk alıp verir. Soluk alıp verme olayı, göğüs boşluğundaki basınç değişimlerine bağlı olarak akciğerlerin hacminin artması ve azalması sonucu gerçekleşir. Akciğerler kasılıp gevşeme özelliğine sahip değildir. Göğüs boşluğundaki hacim değişikliklerinde diyafram ve kaburga kaslarının kasılıp gevşemesi etkilidir. Diyafram; iskelet kaslarından oluşur, göğüs boşluğunu alttan çevreler ve karın boşluğundan ayırır. Kubbe şeklindeki diyaframın göğüs boşluğuna bakan tarafı dışbükeydir. Göğüs boşluğunun ön duvarı ise kaburgalar, kaburgalar arası kaslar ve göğüs kemiğinden oluşan göğüs kafesi ile çevrelenmiştir. Görsel 1.110'da soluk alma ve verme sırasında meydana gelen değişiklikler açıklanmıştır.



Soluk alma sırasında (inspirasyon) kaburgalar arası kaslar kasılarak kaburgaları yukarı doğru, göğüs kemiğini öne doğru çeker. Böylece göğüs kafesi genişler (1). Aynı zamanda diyafram kası kasılarak aşağı doğru hareket eder, göğüs boşluğunu karın boşluğuna doğru genişletir (2). Bu sırada karın boşluğunda ise hacim azalırken iç basınç artar. Kasların kasılması ile göğüs boşluğunun genişletilmesi aktif bir olaydır. Kasların kasılması sırasında diyafram ve göğüs kafesi ile bağlantılı olan plevra zarı beraberinde akciğerleri de çeker. Akciğerlerdeki hacim artar, iç basınç azalır. Bu sırada atmosfer basıncı akciğerlerdeki basınçtan yüksektir. Negatif basınç solunumu denilen havanın emilmesi olayı ile hava akciğerlere dolar (3) ve alveollere kadar ulaşır.

Dinlenme durumundaki soluk almada diyafram ve kaburga kasları akciğer hacmini değiştirmek için yeterlidir. Egzersiz sırasında boyun, sırt ve göğüs bölgesindeki diğer kaslar da kaburgaları kaldırarak hacmin genişlemesine katkı sağlar.

Soluk alma sırasında alveollerdeki oksijen yoğunluğu artar. Oksijen, alveolleri saran kılcal damarlardan difüzyonla kana geçerken kandaki karbondioksit alveollere geçer.



Soluk verme sırasında (ekspirasyon), kaburga kasları ve diyafram kası gevşer. Kaburgalar aşağı doğru inerek göğüs kafesini daraltır (4). Diyafram kası yukarı doğru kubbeleşir, göğüs boşluğunun hacmi azalır (5). Bu sırada akciğerlerin hacmi azalırken iç basıncı artar. Atmosfer basıncı akciğerlerdeki iç basınçtan düşük olduğundan içinde karbondioksidin de bulunduğu hava dışarı atılır (6). Soluk vermede akciğerlerin yapısında bulunan elastik liflerin hareketi ve plevra sıvısının oluşturduğu yüzey gerilimi de etkilidir.

Dinlenme durumunda soluk verme işlemi pasif bir olaydır ve kasların kasılmasına gerek yoktur. Ancak egzersiz sırasında boyun, sırt ve göğüs bölgesindeki diğer kaslar kasılarak soluk vermede etkilidir.

Görsel 1.110
Soluk alıp verme mekanizması

Soluk alıp verme sırasında akciğerler tamamen boşalmaz, içeride bir miktar hava mutlaka kalır. Solunumda aynı yol kullanıldığı için temiz hava ile oksijeni azalmış hava birbirine karışır. Sonuçta alveollerdeki oksijenin kısmi basıncı atmosferdeki basınçtan düşüktür. Yükseklere çıkıldıkça atmosfer basıncı ve bununla orantılı olarak oksijen kısmi basıncı düşer. Zirvelere tırmanan kişilerde **akut dağ hastalığı** olarak da bilinen, oksijen almada sorunların yaşandığı rahatsızlıklar görülebilir. Hastalık, yükseğe çıktıktan birkaç saat sonra ya da iki gün sonra başlayabilir. Beyin ve akciğer ödemi gibi sorunlara neden olabilir. Bu kişiler yeterince oksijen desteği sağlanmaz ya da daha düşük rakımlara taşınmazsa hayatını kaybedebilir.

MERAKLISINA

Sönmüş akciğer, göğüs boşluğu herhangi bir nedenle delinirse plevra zarları arasına hava dolar ve akciğer büzülür. Yara kapatılmazsa alveollerde gaz değişimi gerçekleşmez.

SOLUK ALIP VERMENİN KONTROLÜ

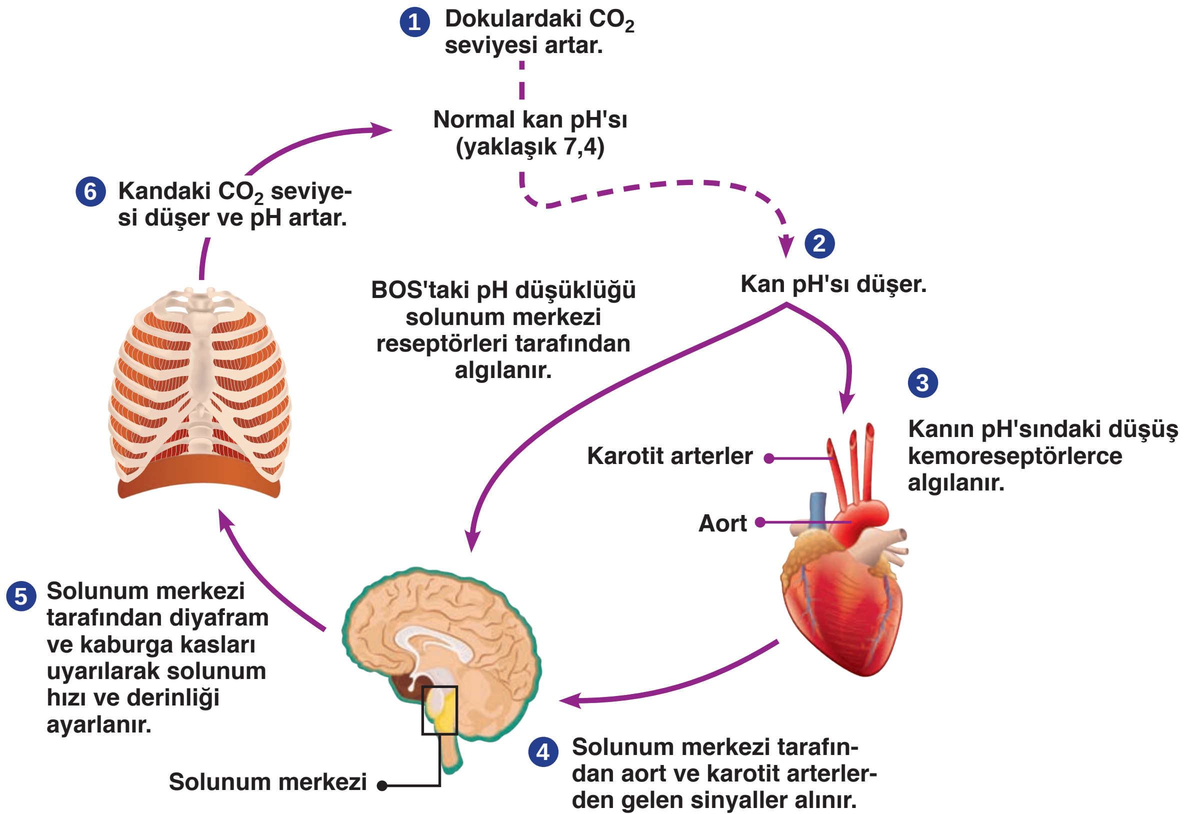
Solunum kısa bir süre için istemli olarak kontrol edilebilir. Kısa bir süre için nefes tutulabilir ya da hızlı ve derin soluk alıp verilebilir. Ancak soluk alıp verme merkezî sinir sisteminin istemsiz bir fonksiyonu olarak gerçekleşir. Solunumun düzenlenmesinde sinir sistemi ve dolaşım sistemi birlikte görev alır. Solunum merkezini beyin sapının **omurilik soğanı** ve **pons** adı verilen kısımlarında bulunan çeşitli nöron grupları oluşturur. Omurilik soğanı ve pons birlikte solunum ritmini düzenler.

Soluk alıp verme, solunum merkezindeki kemoreseptörler sayesinde kontrol edilir. Bu reseptörlerin verdiği cevap kandaki karbondioksit miktarındaki değişikliklere bağlıdır. Merkezî sinir sistemi nöronları olan bu reseptörler H^+ iyonları tarafından uyarılır ancak kandaki H^+ iyonları kan-beyin bariyerinden geçemez. Karbondioksit ise bu bariyerden kolayca geçer. Bundan dolayı soluk alıp vermenin kontrolünde kandaki karbondioksit yoğunluğu önemlidir. Kan-beyin bariyerini geçen karbondioksit miktarı arttıkça beyin omurilik sıvısındaki (BOS) karbondioksit miktarı da artar. BOS'a geçen karbondioksit, su ile reaksiyona girerek karbonik anhidraz enzimi sayesinde karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit, bikarbonat iyonu (HCO_3^-) ve hidrojen iyonuna (H^+) ayrışır. H^+ iyonlarının yoğunluğunun artması ortam pH'sını düşürür. H^+ iyonları kemoreseptörleri uyarır.

MERAKLISINA

Kan-beyin bariyeri; beyni koruyan, beynin işlevini yapmasını sağlayan fiziksel, kimyasal ve hücresel mekanizmaları içerir.

Kandaki oksijen seviyesi aşırı derecede düşecek olursa bu durum aort ve boyun bölgesindeki atardamarların (karotit arter) duvarlarında yer alan kemoreseptörler tarafından algılanır. Buradaki kemoreseptörler kandaki oksijen düzeyi ve arteriyel pH düzeyine duyarlıdır. Bu reseptörlerden alınan bilgiler solunum merkezine iletilir. Omurilik soğanından kaburga kaslarına ve diyaframa giden sinyallerle solunumun hızı ve derinliği artırılır. Kandaki fazla karbondioksit artan solunumla uzaklaştırılarak pH normale döner, homeostasi sağlanır. Görsel 1.111'de solunumun düzenlenmesi gösterilmiştir.

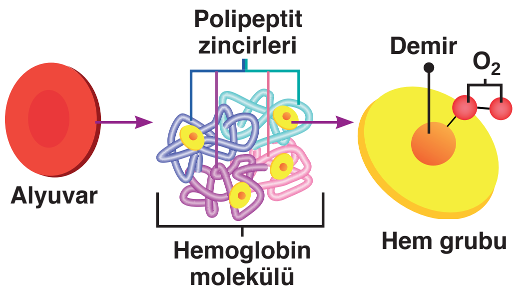


Görsel 1.111
Solunumun düzenlenmesi

5.2. ALVEOLLERDEN DOKULARA VE DOKULARDAN ALVEOLLERE GAZ TAŞINMASI

Kandaki oksijen ve karbondioksidin kısmi basınçları dolaşım sisteminin farklı noktalarında değişiklik gösterir. Kan, akciğer kılcallarından (alveol kılcalları) geçerken alveol içindeki oksijenin kısmi basıncı alveolü saran kılcal kan damarındaki oksijen kısmi basıncından fazladır. Bu durumda oksijen difüzyonla alveolden kılcal kan damarına geçer. Yine alveol kılcal kan damarlarındaki karbondioksidin kısmi basıncı da alveol içindeki karbondioksidin kısmi basıncından fazladır.

Akciğer toplardamarları ile kalbe gelen kan, büyük kan dolaşımı ile kalpten doku ve organlara pompalanır. Doku kılcalları ile doku sıvısı arasındaki oksijen ve karbondioksidin kısmi basınç farklılıkları nedeniyle karbondioksit doku sıvısından kana, oksijen doku kılcalından doku sıvısına difüze olur.

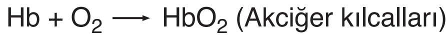


Görsel 1.112
Hemoglobinin yapısı

Oksijen ve karbondioksit kan plazmasında çözünmüş olarak bir miktar bulunsa da büyük çoğunluğu alyuvarlarda taşınır. Alyuvarlarda **hemoglobin** adı verilen solunum pigmenti ile oksijen ve karbondioksit taşıma kapasitesi artırılır (Görsel 1.112). Bir alyuvarda yaklaşık 250 milyon hemoglobin molekülü bulunur. Hemoglobin dört polipeptit zincirinden oluşur. Bu polipeptit zincirlerinin her birinde **hem grubu** adı verilen ve merkezinde demir atomu bulunduran bir kofaktör yer alır. Kana kırmızı rengini veren hemoglobin solunum gazlarıyla kolayca birleşip ayrılabilir.

KANDA OKSİJEN TAŞINMASI

Kandaki oksijenin çözünürlüğü düşüktür. Alveollerden difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçen oksijenin %3'ü kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır. %97 gibi büyük bir kısmı ise alyuvarlardaki hemoglobinle taşınır. Oksijen bağlamış hemoglobine **oksihemoglobin** (HbO_2) denir.



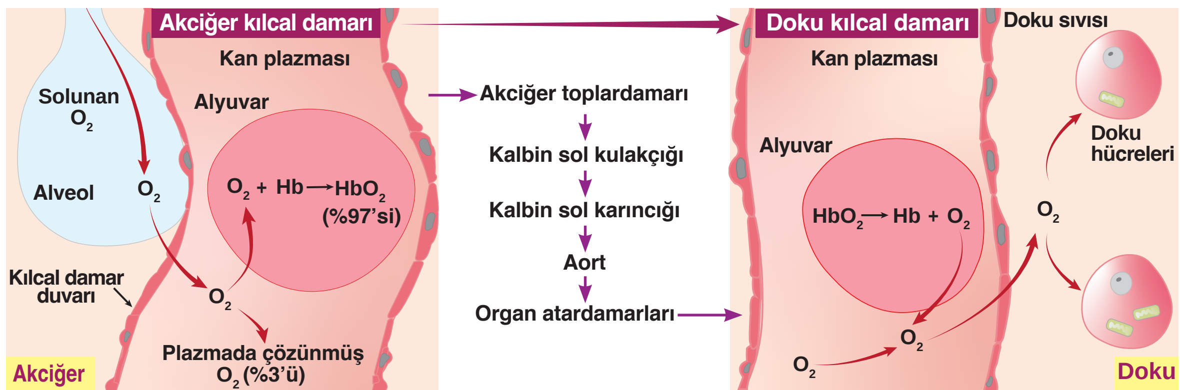
$Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$ (Akciğer kılcalları)

Yapısındaki her bir demir atomunun bir oksijen molekülü bağlamasıyla bir hemoglobinde dört molekül oksijen taşınır. Plazmada çözünmüş olarak ve oksihemoglobin şeklinde alyuvarlarda taşınan oksijen akciğer toplardamarları ile kalbe gelir. Kalpten aort atardamarı ve bundan ayrılan atardamarlarla doku ve organlara gelen oksijen doku kılcallarında hemoglobinden ayrılır.



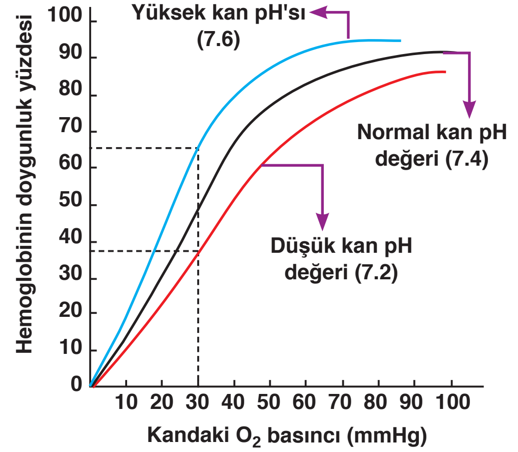
$HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$ (Doku kılcalları)

Alyuvardan çıkarak kan plazmasına geçen oksijen, oradan difüzyonla doku sıvısına ve doku hücrelerine geçer (Görsel 1.113).



Görsel 1.113
Oksijenin kanda taşınması ve dolaşım sisteminde izlediği yollar

Oksijenin hemoglobinden ayrılmasında doku hücrelerinde solunum reaksiyonları sonucu açığa çıkan karbondioksit etkilidir. Doku kılcallarına geçen karbondioksit burada su ile birleşerek karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit bikarbonat iyonu (HCO_3^-) ve hidrojen iyonuna (H^+) ayrışır. Hidrojen iyonları 7,4 olan kan pH'sını düşürür. Düşük pH'da hemoglobinin oksijene ilgisi azalır ve oksijeni bırakır. Hemoglobinin işlevi üzerine pH'sının etkisine **Bohr kayması** (Bohr etkisi) denir (Grafik 1.8).



Grafik 1.8: *Hemoglobinin işlevi üzerine pH değerinin etkisi*

Metabolik aktivitenin hızlı olduğu dokularda fazla karbondioksit üretilir, hemoglobin bu dokularda daha fazla oksijen bırakır. Örneğin egzersiz sırasında kaslardan yüksek oranda karbondioksit ile birlikte kana geçen diğer asidik bileşikler kas dokudaki kılcal damarlarda pH'yı düşürür. Ayrıca kas dokudaki sıcaklığın 2-3 ^0C artışı da hemoglobinin oksijene ilgisini azaltır. Böylelikle doku oksijen yönünden zenginleşir.

Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça atmosfer basıncı dolayısıyla oksijenin kısmi basıncı düşer. Bu durumda hemoglobin tarafından tutulan oksijen miktarı azalır. Soluk alıp verme hızı artar. Zamanla kandaki alyuvar sayısı artarak yüksek rakımlı yerlerde yaşamaya uyum sağlanır.

KANDA KARBONDİOKSİT TAŞINMASI

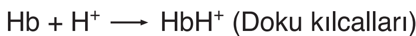
Hücresel solunum ile üretilen karbondioksit difüzyonla doku sıvısına oradan da doku kılcallarına geçer. Doku kılcallarındaki karbondioksidin akciğer kılcallarına kadar taşınması çeşitli yollarla gerçekleşir. Karbondioksidin yaklaşık %7'lik kısmı kan plazmasında çözünmüş olarak taşınırken %93'ü alyuvarların içine girer. Alyuvarlara giren karbondioksidin %23'ü hemoglobinle birleşerek **karbaminohemoglobin** ($HbCO_2$) şeklinde taşınır.


$Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$ (Doku kılcalları)

Geri kalan %70'lik kısım ise alyuvarlarda bulunan karbonik anhidraz enzimi etkisi ile su ile birleşerek karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit hidrojen iyonu (H^+) ve bikarbonat iyonuna (HCO_3^-) ayrışır. Hidrojen iyonlarının çoğu hemoglobine bağlanır, kandaki pH değişikliği en aza indirilir. Bikarbonat iyonları da kan plazmasına geçer. Bu arada iyon dengesinin sağlanması için bikarbonat iyonlarının yerine alyuvar içerisine plazmadan klorür iyonları geçer.


$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} H_2CO_3$ (Doku kılcalları)

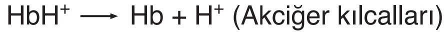

$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$ (Doku kılcalları)


$Hb + H^+ \longrightarrow HbH^+$ (Doku kılcalları)

Doku kılcallarında farklı şekillerde taşınan karbondioksit, buradaki toplardamarlara geçer. Alt ve üst ana toplardamarlarla kalbe gelen karbondioksit akciğer atardamarı ile akciğerlere gider. Akciğer kılcallarına gelindiğinde doku kılcallarında gerçekleşen olaylar tersine çevrilir. Plazmada çözünmüş olarak taşınan karbondioksit alveollere geçer. Hemoglobin tarafından tutulan karbondioksit hemoglobinden ayrılır, önce kan plazmasına oradan da alveollere geçer.


$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$ (Akciğer kılcalları)

Kan plazmasında akciğer kılcallarına kadar gelen bikarbonat iyonları burada tekrar alyuvarın içine girer. Alyuvar içindeki klorür iyonları da plazmaya geçer. Alyuvar içindeki hidrojen iyonları hemoglobinden ayrılır. Hidrojen iyonu ve bikarbonat iyonu birleşerek karbonik asit oluşturur. Karbonik asit tersinir özellik gösteren karbonik anhidraz enzimi ile karbondioksit ve suya ayrılır. Karbondioksit alyuvarlardan kan plazmasına, oradan da alveollere geçer. Soluk verme olayı ile dışarı atılır.



$HbH^+ \longrightarrow Hb + H^+$ (Akciğer kılcalları)

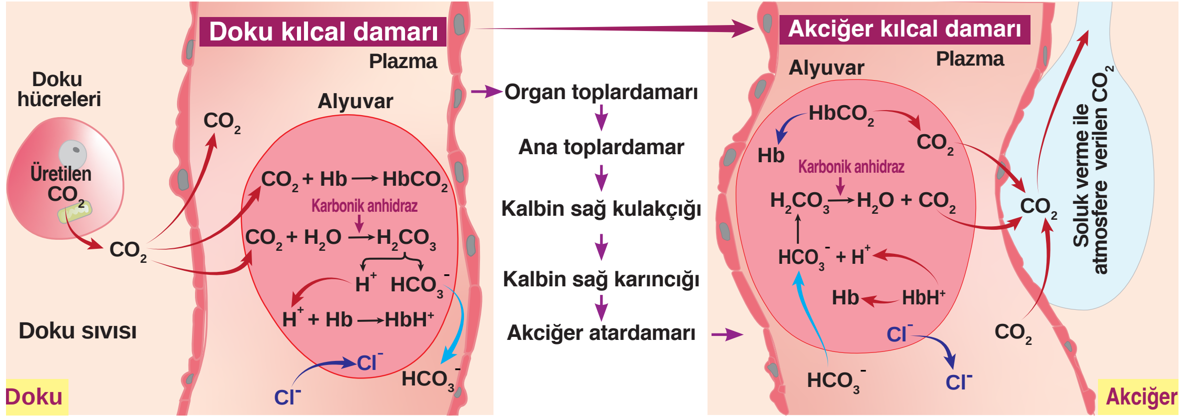


$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$ (Akciğer kılcalları)



$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O$ (Akciğer kılcalları)

Kanda karbondioksidin taşınması Görsel 1.114'te gösterilmiştir.



Görsel 1.114
Kanda karbondioksidin taşınması ve dolaşım sisteminde izlediği yollar

5.3. SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARI

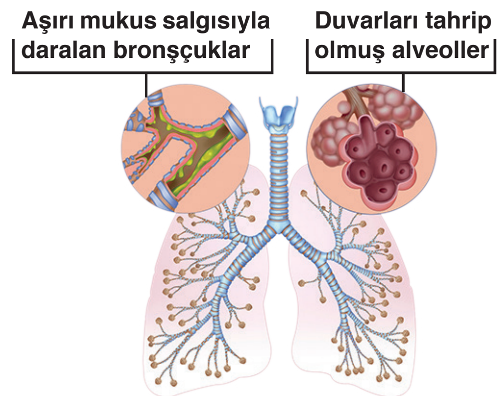
KOAH (KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALIĞI)

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), akciğere alınan havanın bronş adı verilen hava yollarındaki daralmaya bağlı olarak kolayca dışarı verilememesidir. KOAH'ın ortaya çıkmasında kronik bronşit ve amfizem etkili olan süreçlerdir.

Kronik bronşit rahatsızlığında bronş yolları iltihaplanarak daralır. Bronşiyal mukusun aşırı salgılanmasına bağlı olarak balgamlı öksürük görülür. Kronik bronşitin önde gelen nedeni tütün ve tütün mamulleri kullanımıdır. Solunan tahriş edici maddeler, solunum yolu epitelindeki hücrelerin yapısının bozulmasına ve aşırı mukus salgılanmasına neden olur. Solunan patojenler hava yolu salgılarına yerleşir ve hızla çoğalır. Kronik bronşit rahatsızlığında balgam ve öksürüğün yanı sıra nefes darlığı ve hırıltılı solunum da görülür.

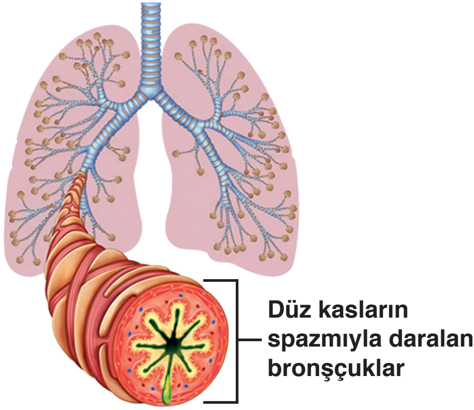
Amfizem, havayla dolu anormal hava boşlukları ve alveol duvarlarının tahrip olmasıyla ortaya çıkan bir solunum sistemi rahatsızlığıdır. Hasarlı alveollerden oksijen difüzyonu azaldığı için amfizem hastaları soludukları havadaki oksijenden yeterince yararlanamaz. Kanın oksijen seviyesi düşer. Vücudun oksijen gereksinimini artıran hafif bir egzersiz dahi hastayı nefessiz bırakır. Amfizem genellikle endüstriyel tozları soluyan meslek mensuplarında, tütün mamullerinin dumanına ve hava kirliliğine maruz kalanlarda uzun süreli tahrişten kaynaklanır.

Kronik bronşit ve amfizem rahatsızlıklarının kronik kombinasyonu KOAH olarak tanımlanır (Görsel 1.115). Belirtileri ve sebepleri kronik bronşit ve amfizemle benzerdir.



Görsel 1.115
KOAH'ın ortaya çıkmasına neden olan etmenler

ASTIM



Görsel 1.116
Astım

Çeşitli uyaranlara karşı solunum yolu düz kaslarının kuvvetli bir şekilde kasılarak bronşçukların daralması ile karakterize olan bir hastalıktır (Görsel 1.116). Astıma neden olan uyaranlar kişiden kişiye değişmekle birlikte alerji, viral enfeksiyonlar ve çevresel faktörlere duyarlılık da etkili olabilir. Normalde bir insanın solunumunu etkilemeyecek kadar düşük miktardaki polen, toz, küf ve belirli yiyeceklerin varlığı astımlı bireylerin rahatsızlıklarını tetikleyebilir. Bununla birlikte duygusal bozukluklar, egzersizler, soğuk hava ve tütün mamullerinin dumanı da astım oluşmasında etkilidir. Astım rahatsızlığı olan bireylerde öksürme, hırıltılı soluma, göğüste sıkışma ile birlikte nefes almakta zorlanma görülür.

VEREM (TÜBERKÜLOZ)

Tüberküloz, *Mycobacterium tuberculosis* (*Mikobakteriyum tüberkülozis*) bakterisinin neden olduğu bulaşıcı bir hastalıktır. Patojen bakteri genellikle akciğerleri ve plevrayı etkilemenin yanı sıra vücudun diğer kısımlarına da tutunabilir. Genellikle solunum yoluyla vücuda giren bakteri önce akciğere yerleşir. Tedavi edilmezse kan yoluyla vücuda yayılır ve beyin, omurga, eklemler, böbrek, karaciğer gibi organları da enfekte edebilir. Bakterilerin çoğalması vücut savunma sistemini harekete geçirir. Savunma hücreleri dokulara yerleşmiş bakterileri yok etmeye başlar. Akciğerlerdeki doku kaybı gazların difüzyon kapasitesini düşürür. Bağışıklık sistemi bozulmuş ya da bağışıklık sistemini baskılayıcı ilaç kullanan bireyler bu hastalık bakımından risk altındadır. Tüberküloz tedavi edilebilir ve önlenebilir bir hastalıktır. Tüberküloza önlem amacıyla verem aşısı (BCG aşısı), Türkiye'deki bebek ve çocukların rutin aşı takviminde yer almaktadır. Hastalıktan korunmak ve hastalıkların yayılmasını önlemek için evlerin temiz ve güneş görür olması, havalandırılması, hasta bireylerden sakınılması gerekir.

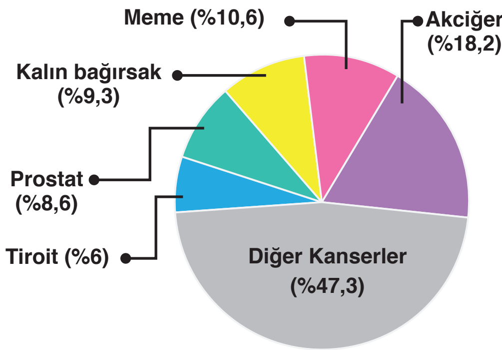
AKCİĞER VE GIRTLAK KANSERİ

Akciğer kanseri, normal akciğer doku hücrelerinin ihtiyaç ve kontrol dışı çoğalarak akciğer içinde bir tümör oluşturmasıdır. Akciğerde oluşan tümör çoğunlukla burada büyür. Kanserin daha ileri safhalarında ise çevre dokulara ya da dolaşım yoluyla vücudun daha uzak bölgelerine yayılarak başka organları etkileyebilir. Akciğer kanserinin en sık görülen belirtileri geçmeyen veya giderek kötüleşen öksürük, öksürürken kan veya kanlı balgam çıkarmak; derin nefes alırken, öksürürken veya gülerken hissedilen göğüs ağrısı; iştahsızlık, hâlsizlik, yorgunluk, kilo kaybı, ses kısıklığı, nefes darlığı, sürekli tekrarlanan ya da geçmeyen bronşit, zatürre gibi akciğer enfeksiyonlarıdır. Tütün kullanmak; asbeste, radyoaktif gazlara ya da radyoaktif maddelere maruz kalmak; bazı kanserojen etkileri bilinen kimyasal maddeleri uzun süreli solumak, verem hastalığına yakalanmak, kanser geçmişine sahip olmak, hava kirliliği ve aile öyküsü akciğer kanserinin risk faktörleridir. Tedavisinde cerrahi yöntemlerin yanı sıra radyoterapi veya kemoterapi kullanılır.

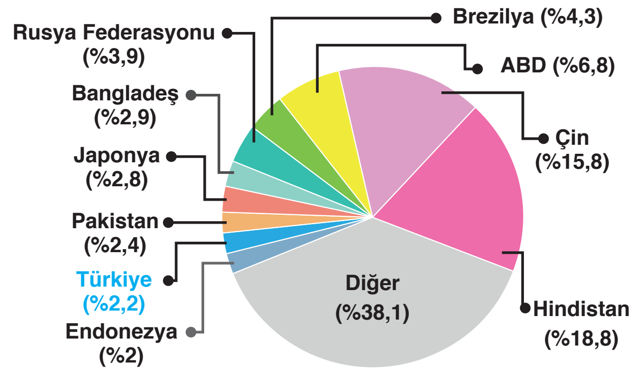
Kanser ülkemizde ve dünyada ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. Küresel olarak yaklaşık her 6 ölümden, ülkemizde ise her 5 ölümden birine kanser neden olmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansının 2020 yılında açıklanan verilerine göre ülkemizde en sık görülen ilk beş kanser türü; akciğer kanseri, meme kanseri, kalın bağırsak kanseri, prostat kanseri ve tiroit kanseridir. Bu 5 kanser türü, tüm kanserlerin %50'den fazlasını oluşturmaktadır. Ülkemizin nüfusu yaklaşık 84,3 milyon iken yıllık yeni kanser vaka sayısı 233.834 ve kansere bağlı ölümlerin sayısı 126.335 olarak bildirilmiştir. Verilere göre erkeklerde akciğer kanserinin görülme sıklığı kadınlardan yaklaşık 3,5 kat daha fazladır.

Gırtlak kanseri, genellikle gırtlak epitel hücrelerinde kanserleşmeyle anormal doku oluşumunu ifade eder. Ses kısıklığı veya ses değişiklikleri gırtlak kanserinin en yaygın belirtisidir. Bunun yanında geç-

meyen boğaz ağrısı, sürekli öksürük, yutkunma sırasında ağrı, yutma problemi, kulak ağrısı, solunum problemi, kilo kaybı ve boyunda bir yumru veya kitlenin oluşması diğer belirtiler arasında yer alır. Genellikle hastanın sesle ilgili şikayetleri yoksa gırtlak kanserinin teşhisi erken dönemde zordur. Kanser tedavi edilmezse yakın dokuları tahrip eder ya da vücudun diğer bölgelerine yayılabilir. Tütün ve alkol kullanımı, yetersiz beslenme, HPV enfeksiyonu, reflü rahatsızlığı ve çalışma ortamı gırtlak kanserinin risk faktörleridir. Gırtlak kanserinin ortaya çıkmasında yaş, cinsiyet ve ırk farklılıkları da gözlenmektedir. Cerrahi yöntemlerin yanı sıra radyoterapi veya kemoterapi ile tedavi edilebilir. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansının 2020 yılında açıklanan verilerine göre tüm dünyada her cinsiyet ve her yaştan bireylerde gırtlak kanserinin görülme sıklığı açısından ülkemiz dokuzuncu sırada yer almaktadır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansının 2020 yılında açıklanan verilerine göre ülkemizde en sık görülen kanser türleri Grafik 1.9'da ve dünya genelinde her cinsiyet ve yaşta görülen gırtlak kanserinin ülkelere göre dağılımı Grafik 1.10'da verilmiştir.



Grafik 1.9 Ülkemizde en sık görülen kanser türleri



***Grafik 1.10:** Dünyada görülen gırtlak kanseri dağılımı*

ZATÜRRE (PNÖMONİ)

Zatürre, alveollerin akut enfeksiyonudur. Bu enfeksiyon sonucu alveoller ve bronşçuk mukoza hücreleri zarar görür. İltihap ve ödem alveollerin sıvı ile dolmasına neden olarak soluk alıp verme ve gaz alışverişini zorlaştırır. Zatürrenin en yaygın nedeni *Streptococcus pneumoniae* (*Streptokokus pnömoniya*) bakterisinin enfeksiyonu olmakla birlikte bazı virüs ve mikroorganizmalar alveollerin enfeksiyonuna neden olabilir. Yaşlılar, bebekler, bağışıklık sistemini baskılayan ilaç kullananlar, tütün ve tütün mamulleri içenler; KOAH, diyabet, kalp hastalığı, böbrek yetmezliği gibi kronik hastalığı olanlar ile hamileler zatürre hastalığı bakımından risk altında olan gruplardır. Risk gruplarındaki bireylerin zatürre aşısı olmaları önemlidir.

Ülkemizde 0-4 yaş arası çocukların ölüm nedenleri arasında zatürre ilk sırada yer alır. Zatürre başlangıcındaki semptomlar üst solunum yolu enfeksiyonlarına benzediği için hastalar doktora başvurmada gecikebilir. Ateş, öksürük, üşüme, titreme, soluk alıp vermede güçlük, göğüs bölgesinde ağrı gibi belirtiler görüldüğünde doktora başvurulmalı ve zaman kaybedilmeden tedaviye başlanmalıdır. Geç tanı, hastalığın ilerlemesine ve tedavisinde güçlüklere neden olur.

5.4. SOLUNUM SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Solunum sisteminin sağlıklı olması için öncelikle solunan havanın temiz ve belli bir nem seviyesinde olması gereklidir. Kapalı ve kalabalık ortamlarda uzun süre kalmamak, bu ortamları sık sık havalandırmak önemlidir. Tütün ve tütün mamullerinden ve bunların dumanından uzak durulmalıdır. Dengeli, yeterli ve düzenli beslenmeli, açık havada spor yapmalıdır.

Mesleki akciğer hastalıklarının temel nedenlerinden birinin havadaki toz olduğu unutulmamalıdır. Madencilik, inşaat sektörü, kaynak işleri, pamuklu dokuma sanayi, tahıl sektörü, ağaç doğrama, mobilya işleri gibi toza maruz kalınan mesleklerle uğraşan kişilerin periyodik sağlık kontrollerini yaptırmaları ve çalışma sırasında kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaları önemlidir. İş yerlerinde uygun havalandırmaların ve düzenli toz ölçümlerinin yapılması iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerindendir.

ETKİNLİK

 40 dk.

Etkinliğin Adı: Meslek Hastalıkları

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amaçları: Solunum sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlerle ilgili çıkarım yapabilme.

Yönerge: *Aşağıdaki metin ve tablodan yararlanarak soruları cevaplayıp etkinliği tamamlayınız.*

Meslek hastalıkları kişinin çalışma koşullarındaki risk ve tehlikeler sonucu ortaya çıkan hastalıklardır. Çalışanların sosyal hakları, güvenceleri ve genel sağlık sigortasının kapsamını çizen yasada meslek hastalıkları "sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik hâlleri" olarak tanımlanmıştır. Avrupa Topluluğu'nda 99 ekonomik faaliyetin istatistiki sınıflaması yapılmış olup meslek hastalığı olarak ele alınan 14 kategori içerisinde solunum sistemi rahatsızlıkları da kodları ile tanımlanmıştır. 2016–2020 yılları arasında ülkemizde toplam meslek hastalığına yakalanan sigortalı sayıları ile solunum sistemi hastalıklarına yakalanan sigortalıların meslek hastalıkları içerisindeki sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

YIL	Meslek Hastalığına Yakalananlar (Toplam)	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları	Solunum Sistemi Rahatsızlıkları (%)
2016	597	213	35,68
2017	691	234	33,86
2018	1 044	387	37,07
2019	1 088	406	37,32
2020	908	167	18,39

Kaynak: SGK istatistik yıllıkları

Meslek hastalıkları içinde solunum sistemi hastalıklarının dağılımına bakıldığında en sık rastlanan hastalıkların silisyum tozlarına bağlı pnömokonyoz, kömür işçisi pnömokonyozu, asbest ve diğer minerallere bağlı pnömokonyoz ve alerjik astım olduğu görülür.

Organik ve inorganik maddelerin rüzgâr, volkanik patlama gibi doğal olaylar veya aşınma, öğütme, kırma, parçalama gibi insan eliyle meydana getirilen süreçlerde havada asılı kalabilecek küçüklükte tozlar oluşur. Bu tozlar solunum yoluyla akciğerlere kadar giderek burada çoğunlukla geri dönüşümsüz biçimde kalır. Solunum yolları, olası hasarlardan korunmak için çeşitli mekanizmalara sahip olsa da akciğerlerde meydana gelebilecek bir hasar sonucu hastalık gelişmesi kaçınılmazdır. Bu bakımdan mesleki solunum hastalıkları en sık görülen ve en ağır seyreden meslek hastalıkları arasında yer alır. Dünya'da en sık görülen mesleki akciğer hastalığı mesleki astımdır. Oysa ülkemizde en sık görülen mesleki akciğer hastalığı pnömokonyozdur. Pnömokonyoz genel olarak inorganik tozların akciğerlerde birikmesi ve toza karşı bağışıklık sisteminin alveollerde iltihaplanmaya neden olmasıdır.

1. Tozlar fiziksel, kimyasal özellikleri ve biyolojik davranışlarına göre nasıl sınıflandırılır? Araştırınız.

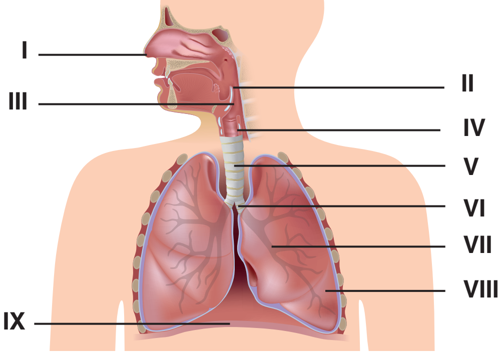
2. Solunum sistemi hastalıklarından sideroz, suberoz ve akut akciğer ödemi hangi işi yapan bireylerde ortaya çıkar? Bu hastalıkları ve bu iş kollarında çalışan bireylerin ne tür önlemler aldıklarını araştırınız.

3. İş sağlığı ve güvenliği nedir? Okulunuzda alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini tartışınız.

4. Yaygın olarak görülen diğer mesleki solunum sistemi hastalıklarını ve bu hastalıklardan korunmak için alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini araştırarak elde ettiğiniz bilgilerle hazırlayacağınız raporu EBA'da paylaşınız.

1 ve 2. kısa cevaplı soruları cevaplayınız. Verilen boşluklara yazınız.

1. **Solunum sistemi ile ilgili yapıların verildiği görsel üzerinde numaralandırılmış kısımların adlarını verilen boşluklara yazınız.**



I : ....
II : ....
III : ....
IV : ....
V : ....
VI : ....
VII : ....
VIII: ....
IX : ....

2. **Alveollerdeki işaretlenmiş bir oksijen molekülünün beyin hücrelerine gelinceye kadar izlediği yoldaki yapılar aşağıda sıralanmıştır. Numaralarla belirtilen yerlere gelmesi gereken ifadeleri ilgili boşluklara yazınız.**

Alveol → [I] → [II] → Kalbin [III] kulakçığı → Kalbin [IV] karıncığı → [V] → Beyin atardamarı → [VI] → Doku sıvısı → Beyin hücresi

I : ....
II : ....
III: ....
IV: ....
V : ....
VI: ....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen kavramlardan uygun olanını kullanarak boşluk doldurma soru tekniğine uygun biçimde tamamlayınız. Açıkta kalan kavramla ilgili bir cümle yazınız.

3.

karbonik anhidraz	alveol	sürfaktan	iç solunum	diyafram	karbaminohemoglobin
kıkırdak halkalar	plevra	hemoglobin	gırtlak	dış solunum	

a) Solunum organı ile kan arasındaki gaz alışverişine .... denir.

b) Soluk borusunun devamlı açık kalmasında yapısındaki .... etkilidir.

c) Bronşçukların uçları akciğerlerde gaz alışverişinin gerçekleştiği .... adı verilen yapılara açılır.

ç) Alveol hücrelerinin ürettiği .... maddesi yüzey gerilimini azaltarak solunumu kolaylaştırır.

d) Göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden .... kası ayırır.

e) Alyuvarlarda bulunan .... kanın oksijen taşıma kapasitesini artırır.

f) Akciğerler .... adı verilen iki katlı zarla örtülüdür.

g) Alyuvarlarda karbondioksidin taşınmasında .... enzimi görevlidir.

ğ) Karbondioksit alyuvarlarda hemoglobinle birleşerek .... şeklinde taşınır.

h) Ses telleri solunum organlarından .... içinde bulunur.

ı) Açıkta kalan kavram: ....

4 ve 5. açık uçlu soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Enerji üretip tüketme canlıların ortak özelliklerinden biridir. Enerji üretebilmek için hücrelerde besinlerin parçalanması gerekir. Bunun için oksijene ihtiyaç duyulur. Oksijenin hücrelere ulaşabilmesi için atmosferden akciğerler aracılığıyla alınıp kana geçmesi gerekir. Aynı zamanda solunum sonucu üretilmiş olan karbondioksidin uzaklaştırılmasından da akciğerler sorumludur. Akciğerler kasılıp gevşeme yeteneğine sahip değildir. Soluk alıp vermede diyafram, kaburgalar arası kaslar ve göğüs boşluğundaki basınç değişimi etkili rol oynar. Yetişkin bir insan dakikada yaklaşık 12-18 kez soluk alıp verirken çocuklar yetişkinlerden daha hızlı soluk alıp verir. Soluk alıp verme hızını etkileyen egzersiz gibi başka faktörler de vardır.

4. Okulun basketbol takımında oynayan bir öğrencinin yoğun geçen bir antrenman sırasında vücudunda aşağıdaki olaylardan hangilerinin gerçekleşmesi beklenir? Gerekçeleriyle açıklayınız.

I. Hücrelerinde ATP kullanımının artması
II. Soluk alıp verme hızının artması
III. Kan pH'sının artması
IV. Alyuvar sayılarının artması

....
....
....

5. Lise basketbol takımındaki öğrencinin antrenmana başlamasından sonra

I. Kanda CO_2 miktarında artış olması
II. Soluk alıp verme merkezinin uyarılması
III. Kan pH'sının düşmesi
IV. Soluk alıp vermenin hızlanması

durumlarının ortaya çıkışlarına göre sıralanışını yazarak açıklayınız.

....
....
....
....

6-15. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Soluk borusu ile ilgili

I. Gırtlak ile bronşçuklar arasında yer alır.
II. Yapısında C şeklinde kıkırdak halkalar bulunur.
III. İç yüzeyinde silli epitel hücreler bulunur.
IV. Yapısında düz kas bulunmaz.
V. İç yüzeyinde mukus salgılayan hücreler bulunur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I, II ve III B) I, III ve V C) II, III ve IV
D) II, III ve V E) I, II, III ve V

7. Soluk alma ve verme olayları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Diyafram düz kaslardan oluşmuştur.
B) Diyafram ve kaburga kaslarının kasılıp gevşemesi göğüs boşluğundaki hacim değişikliklerinde etkilidir.
C) Akciğerler kasılıp gevşeme özelliğine sahip değildir.
D) Yetişkin bir insan dakikada ortalama 12 kez soluk alıp verir.
E) Soluk alıp verme olayı akciğerlerin hacminin artması ve azalması sonucu gerçekleşir.

8. Alveoller ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Bir sıra epitel hücre tabakasından oluşur.

B) Bronş adı verilen hava borularının ucundaki küreciklerdir.

C) Yüzey gerilimini azaltan bir madde üreten hücreleri vardır.

D) Etrafı kılcal damarlarla sarılmıştır.

E) Makrofaj hücreleri ile mikropları fagositoz eder.

9. İnsanda demir eksikliği sonucunda aşağıdakilerden hangisi görülmez?

A) Alyuvar sayısında azalma

B) Kanın karbondioksit taşıma kapasitesinde azalma

C) Hücrelerde enerji üretiminde azalma

D) Hemoglobin miktarında azalma

E) Metabolizmada hızlanma

10. Aşağıdaki hastalık çiftlerinden hangisi solunum sistemi hastalığı değildir?

A) Ateroskleroz – Anemi

B) Tüberküloz – Pnömoni

C) Verem – Bronşit

D) Zatürre – Amfizem

E) KOAH – Astım

11. Kan, içindeki oksijenin hızla azalmaya başladığı bir zaman diliminde aşağıdaki damarlardan hangisinden geçmektedir?

A) Alt ana toplardamar

B) Akciğer atardamarı

C) Akciğer kılcal damarı

D) Karaciğer toplardamarı

E) Mide kılcal damarı

12. Aşağıdakilerden hangisi solunum sistemi sağlığının korunmasında etkili değildir?

A) Kapalı alanları havalandırmak

B) Temiz havada spor yapmak

C) Burundan nefes almak

D) Solunan havanın kuru olmasına dikkat etmek

E) Tozlu ortamlarda çalışırken maske takmak

13. Kanda karbondioksidin artması durumunda aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Omurilik soğanı uyarılır.

B) Kanın pH'sı azalır.

C) Soluk alışverişi yavaşlar.

D) Hemoglobinin oksijene ilgisi azalır.

E) Kanda hidrojen iyonu miktarı artar.

14. Akciğer kılcallarından geçmekte olan kan, atardamar ucundan toplardamar ucuna ulaşıncaya kadar aşağıdakilerden hangisinin oranında bir değişiklik olmaz?

A) Oksihemoglobin B) Bikarbonat iyonu

C) Hidrojen iyonu D) Alyuvar

E) Karbaminohemoglobin

15. Aşağıdaki ifadelerden hangisi burnun görevlerinden değildir?

A) Solunan havanın temizlenmesini sağlar.

B) Solunan havanın ısısını ayarlar.

C) Solunan havanın nemini ayarlar.

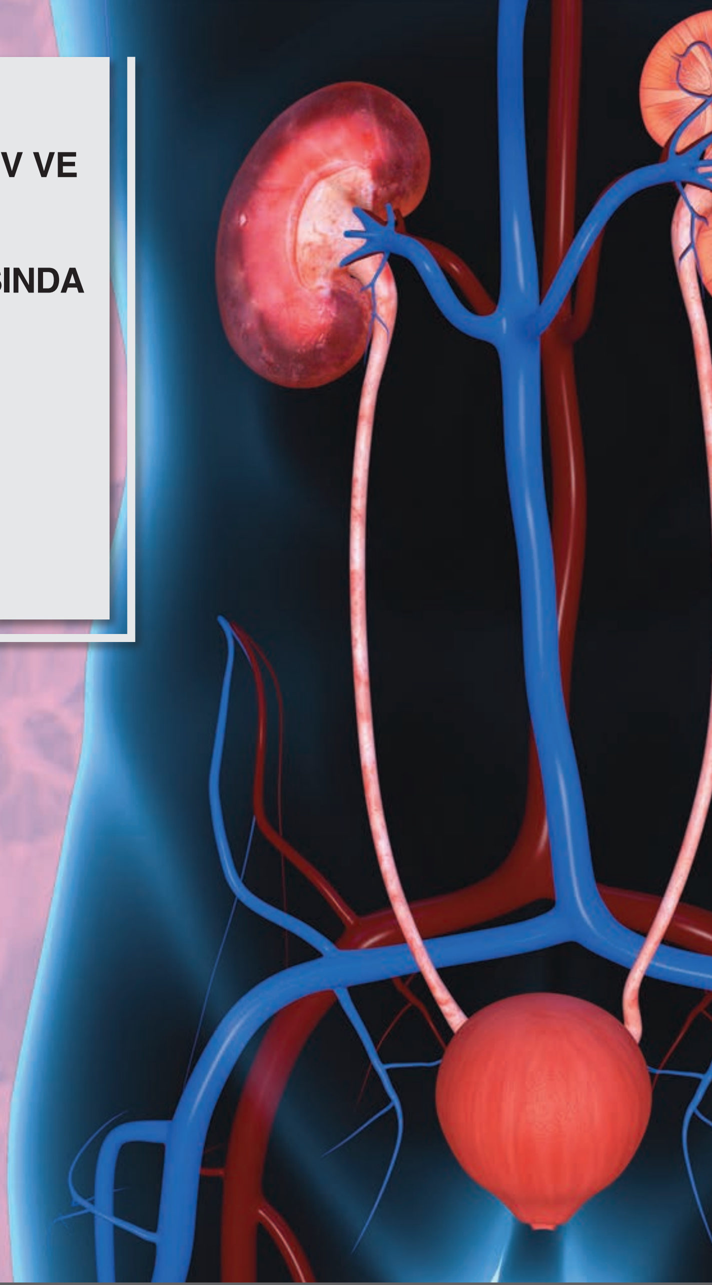
D) Solunan havayı koku yönünden kontrol eder.

E) Solunan havayı yapısındaki kılcal damarlara geçirir.

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



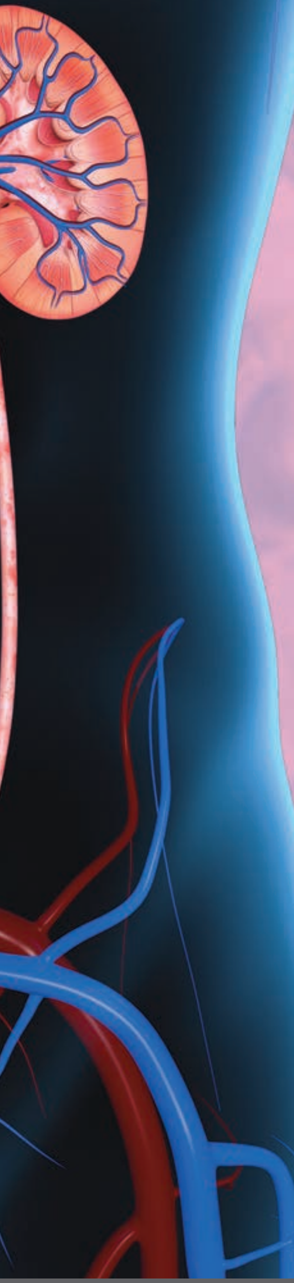
6. BÖLÜM



İÇERİK

Anahtar Kavramlar

Böbrek	Böbreğin yapısı	Böbrek nakli	Diyaliz
Mesane	Nefron	Üreter	Üretra



LABORATUVAR ÜRÜNÜ ORGANOİDLER İLE BÖBREK HASTALIKLARI SON BULABİLİR

Bir araştırma grubundaki bilim insanları laboratuvar ortamında böbreği oluşturan parçaları büyütmeyi başararak böbrek hastalıklarının tedavisi için önemli bir adım attılar. Araştırmacılar kök hücreleri kullanarak gerçek organın bazı işlevlerini taklit eden organoidler oluşturmayı başardı. Organoidler kendi kendilerini yenileyebilen, organ işlevi gösterebilen, doğrudan doku veya kök hücrelerden elde edilen üç boyutlu hücre gruplarıdır. Yapısal ve işlevsel olarak elde edildikleri dokuyla benzerlik gösterirler. Çalışmada elde edilen organoidler, böbreklerin vücut sıvısını ve pH dengesini koruma işlevi ile böbreklerdeki toplayıcı sistemin yaptığı idrar toplama, taşıma gibi işlevleri başarıyla yerine getirebiliyor. Araştırma sonucunda geliştirilen organoidler böbreğin doğru modellenmesi ve böbrek hastalıklarına karşı yeni ilaçların denenmesine imkân sağlayacak. Ayrıca organoidler çeşitli hastalıklara neden olan genetik mutasyonları barındıracak şekilde de üretilebiliyor. Araştırmacılar böylece bu tür hastalıklara karşı savaşmanın ve tedavi yolları bulmanın da kolaylaşacağını belirtiyorlar. Bunun ilk denemesini böbrek ve idrar yollarındaki çalışma bozukluklarına yönelik bir organoid modeli ile gerçekleştiren ekip, bu sayede yeni tedaviler geliştirilmesi için çok önemli bir adım attı.

Bilimsel hakemli dergilerde yayımlanan çalışmaya göre araştırmacılar küçük böbrek modellerini hayvanlarda ve insandaki böbrek oluşumunda önemli rol oynayan üreter tomurcuk öncül hücreleri kullanarak gerçekleştirdi. Ekip ayrıca diğer böbrek parçalarının modellerini de aynı yöntemle oluşturmayı başardı. Örneğin farelerin üreter tomurcuk öncül hücreleri kullanılarak nefronlar (böbreğin filtreleme birimleri) elde edildi. Son zamanlarda yapılan çeşitli çalışmalarla kalp, gözyaşı kanalları ve beyin organoid modelleri de geliştirilebiliyor. Bilim insanlarının geliştirdiği organoid sistemi ile böbrek gelişimini daha yakından incelemek, böbrek hastalıklarını modellemek ve tedavi amaçlı ilaçları keşfetmek daha da kolaylaşacak. Çalışma ayrıca yapay böbrek elde edilmesinde de önemli bir dönüm noktası olarak değerlendiriliyor.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik dergisi, Kasım 2021

HAZIRLIK SORULARI

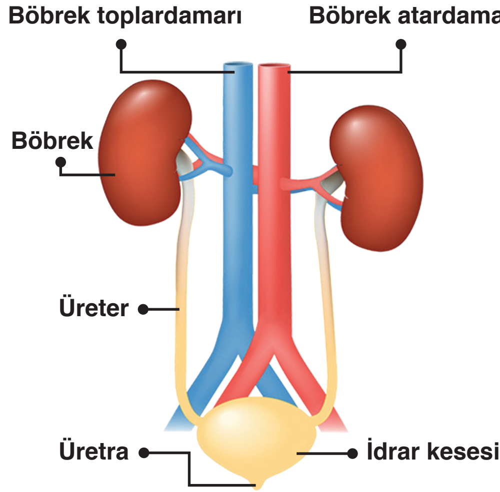
1. **Vücut sıvısı ve pH'sının dengelenmesi neden önemlidir?**
2. **Böbrek hastalıkları için geliştirilen ilaçların organoidler üzerinde denenmesinin faydaları neler olabilir?**
3. **Böbrek yetmezliğine sahip bireyler neden diyaliz makinesine ihtiyaç duyarlar? Böbrek hastalarının günlük yaşantılarında karşılaştıkları zorlukları tartışınız.**

Bölümün sunu karekodu



6.1. ÜRİNER SİSTEMİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

İnsan yaşamının devamlılığı suyun ve çözünmüş iyonların kazanılması veya kaybedilmesinin düzenlenmesine bağlıdır. Vücuda fazla miktarda su alınması veya vücuttan fazla su kaybedilmesi ölüme neden olabilir. Vücuttaki su dengesi boşaltım sistemiyle sağlanır. Vücutta metabolik faaliyetler sonucu oluşan, tekrar kullanılmayan ve vücut için zararlı olabilen maddelerin vücut dışına atılmasına **boşaltım** adı verilir. Boşaltım olayında görev alan organlardan oluşan sisteme ise **üriner sistem** denir. Üriner sistem; **böbrek**, **üreter** (idrar kanalı), **idrar kesesi** (mesane) ve **üretradan** meydana gelir (Görsel 1.117). Böbreklere atardamarlarla gelen kan burada süzülür ve birtakım işlemlerden geçerek idrarı oluşturur. İdrar, üreterle idrar kesesine aktarılır ve idrar kesesinden üretra ile vücut dışına atılır.



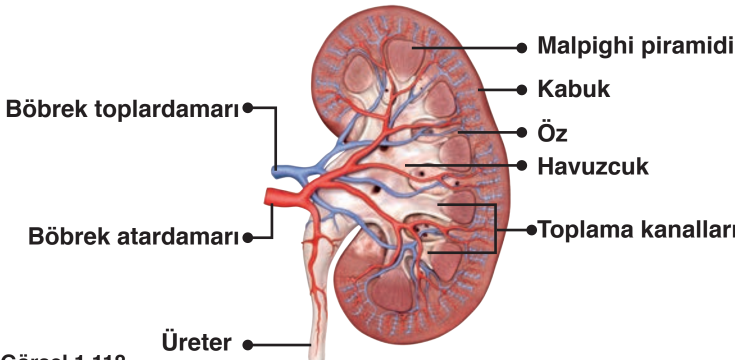
Görsel 1.117
Üriner sistem yapıları

Üriner sistem yabancı maddeleri ve metabolik atıkları vücuttan uzaklaştırır. Nükleik asitler ve proteinlerin yapı taşları hücre içinde parçalandığında amonyak açığa çıkar. Oldukça zehirli bir madde olan amonyak, karaciğerde üreye dönüştürülerek toksik etkisi azaltılır. Ayrıca amonyağın üreye dönüştürülmesi karada yaşayan canlılar için boşaltımla atılacak su miktarının azalması anlamına gelir. Bu olay kara canlılarında önemli bir adaptasyondur.

Üriner sistem, atık maddeleri vücuttan uzaklaştırırken aynı zamanda idrara geçecek su ile kanın hacmini ve basıncını düzenler. Üriner sistem potasyum, sodyum, klor gibi elektrolitlerin kan plazmasındaki yoğunluğunun düzenlenmesinde etkilidir. Hidrojen ve bikarbonat iyonlarının seviyesini düzenleyerek kan pH'sının dengelenmesini sağlar. D vitaminini aktifleştirir ve böylece kalsiyum iyonunun seviyesinin ayarlanmasına yardımcı olur. Karaciğerle birlikte böbrekler amino asit, gliserol gibi karbonhidrat olmayan molekülleri glikoza dönüştürerek vücudun şeker ihtiyacını karşılamasına katkıda bulunur. Normal şartlarda şeker ihtiyacının karşılanmasında %10 olan bu oran, uzun süreli açlıkta daha da yükselir. Üriner sistem toksik maddelerin vücuttan arındırılmasında karaciğere yardımcı olur. Oksijen seviyesi düşerse, böbreklerde üretilen eritropoietin hormonu kırmızı kemik iliğinde alyuvar üretimini uyarır. Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda bu hormon yeterince salgılanamadığı için alyuvar sayısında bir düşüş olur ve anemi ortaya çıkar.

BÖBREKLER

Böbrekler yetişkin bir insanda yaklaşık 130-150 gram kadar ağırlığa sahip ve omurganın her iki yanında, karın boşluğunun arkasına yerleşmiş fasulye görünümlü bir çift idrar üreten organdır. Böbreklerin dış yüzeyi bağ dokudan oluşmuş bir zarla çevrilidir. Böbrek dıştan içe doğru **kabuk** (korteks), **öz** (medulla) ve **havuzcuk** (pelvis) adı verilen yapılardan oluşur (Görsel 1.118).

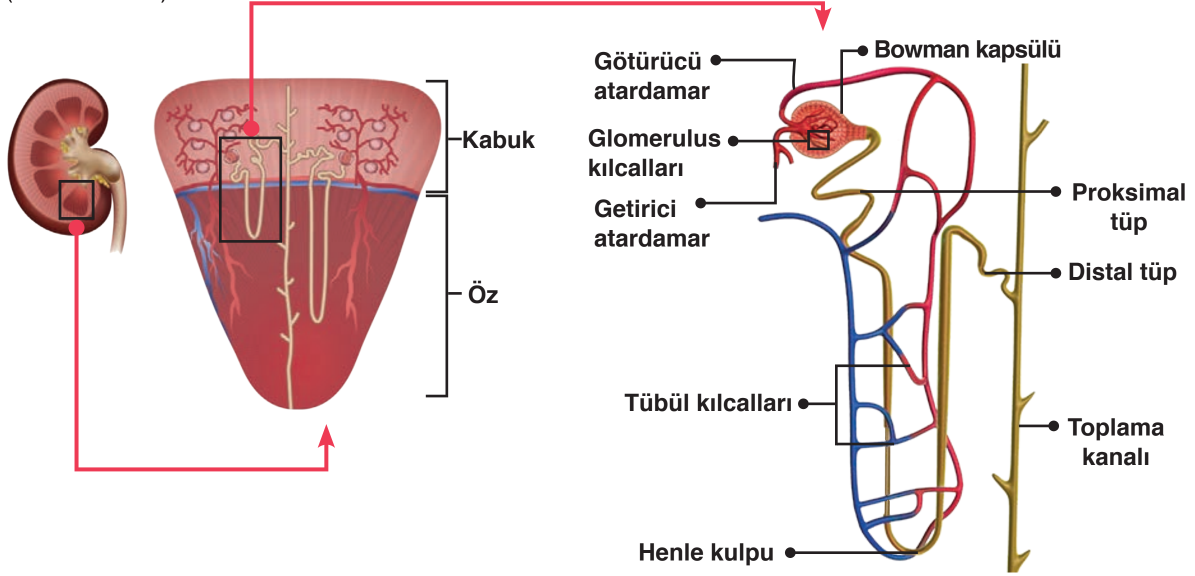


Görsel 1.118
Böbreğin yapısı

> B12
>
> Nefronların toplama kanallarının oluşturduğu piramit görünümlü yapıya **Malpighi piramidi** adı verilir. Toplama kanalları havuzcuk denilen bölgeye bağlanır ve idrarı buraya boşaltır.

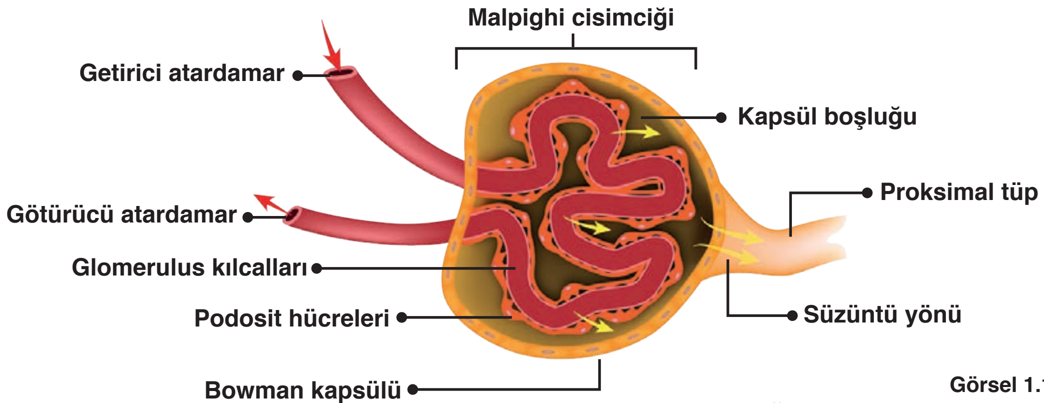
NEFRONLAR

Böbreklerin idrar oluşumunu gerçekleştiren işlevsel birimleri nefronlardır. Her bir böbrekte yaklaşık 1-1,2 milyon nefron bulunur. Böbreklerde yeni nefron oluşumu gerçekleşmediği için normal yaşlanmayla ortaya çıkan böbrek hasarı sonucunda nefron sayısı giderek azalır. Nefronlar kabuk bölgesinden başlayıp öz bölgesinin derinliklerine kadar uzanabilir. Bir nefron **glomerulus kılcalları**, **Bowman kapsülü**, **proksimal tüp**, **Henle kulpu**, **distal tüp** ve **idrar toplama kanallarından** meydana gelir (Görsel 1.119).



Görsel 1.119
Nefronun yapısı

Bir nefronda kanı nefrona getiren damar (getirici atardamar) ile kanı götüren damar (götürücü atardamar) arasındaki kılcal damar yumağına **glomerulus kılcalları** adı verilir. Glomerulus kılcal damarlarını Bowman kapsülü çevreler. Glomerulus kılcalları ve Bowman kapsülü birlikte **Malpighi cisimciğini** oluşturur (Görsel 1.120). Diğer doku kılcallarından farklı olarak glomerulus kılcalları iki atardamar arasında yer alır. Sabit kan basıncına sahip glomerulus kılcallarında aynı zamanda kan basıncı da yüksektir. Glomerulus kılcalları **podosit** adı verilen kapsül hücreleriyle çevrilidir. Kapsülle çevrili glomerulus kılcalları yüksek basınca bu sayede dayanabilir. Glomerulus kılcallarının duvarında açıklıklar (por) bulunur. Böylece su ve çözünmüş durumdaki tuzlar, glikoz, amino asitler, vitaminler, azotlu atıklar ve diğer küçük moleküller yüksek kan basıncı sayesinde damardan çıkarak Bowman kapsülüne geçer. Kan hücreleri, plazma proteinleri, yağ molekülleri gibi büyük moleküller ise kılcallardan Bowman kapsülüne geçemez. Bowman kapsülüne süzüntüyle geçen maddelerin konsantrasyonu başlangıçta kan plazmasındakiyle aynıdır. Süzüntünün içeriği; sırasıyla proksimal tüp, Henle kulpu ve distal tüpten geçerken işlenerek değişir.



Görsel 1.120
Malpighi cisimciği ve glomerulus kılcalının yapısı

ETKİNLİK

 40 dk.

Etkinliğin Adı: Böbrek Diseksiyonu

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Böbreğin yapısını, görevini ve işlevini açıklayabilme.

Araç ve Gereçler

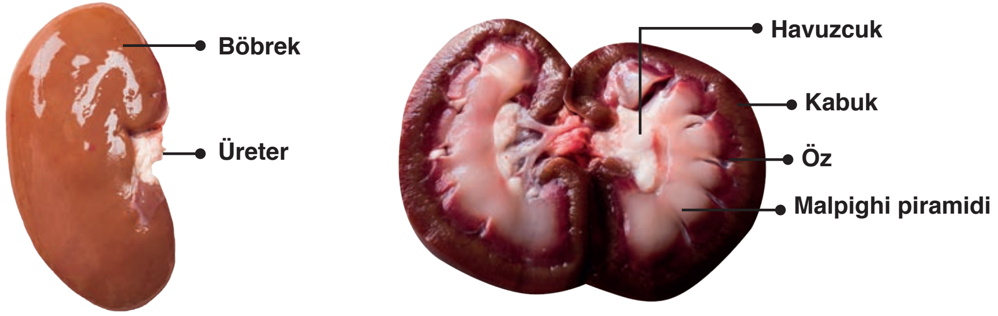
- Koyun ya da keçi böbreği
- Bisturi
- Makas
- Düz pens
- Eldiven
- Büyüteç
- Kıvrık pens
- Diseksiyon küveti

Güvenlik Önlemleri



1. Yönerge: *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*

a) Çalışmaya başlamadan eldivenlerinizi giyiniz.



b) Kasaptan almış olduğunuz böbreğin dış yüzeyinin temiz olmasına özen gösteriniz.

c) Diseksiyon küvetine koyduğunuz böbreğin dış yapısını ve şeklini inceleyiniz.

ç) Böbrekteki damarları ve üreteri inceleyiniz.

d) Bisturi yardımıyla böbreğin üzerindeki yağ tabakasını ve zarı çıkarınız.

e) Böbreği üreterin olduğu bölgeden kendinize ve böbreğe zarar vermeden bisturi ile boyuna kesiniz.

f) Çıplak gözle ve büyüteç yardımıyla böbreğin yapısını inceleyiniz ve gördüklerinizi defterinize çiziniz.

2. Yönerge: *Yaptığınız uygulamayı da göz önünde bulundurarak aşağıdaki adımlarla etkinliği tamamlayınız.*

1. Böbrekte ve çiziminizde kabuk, öz ve havuzcuk kısımlarını gösteriniz.

2. Malpighi piramitlerini gösteriniz.

3. İdrar toplama kanallarını göstererek hangi kısımlarla bağlantılı olduğunu belirtiniz.

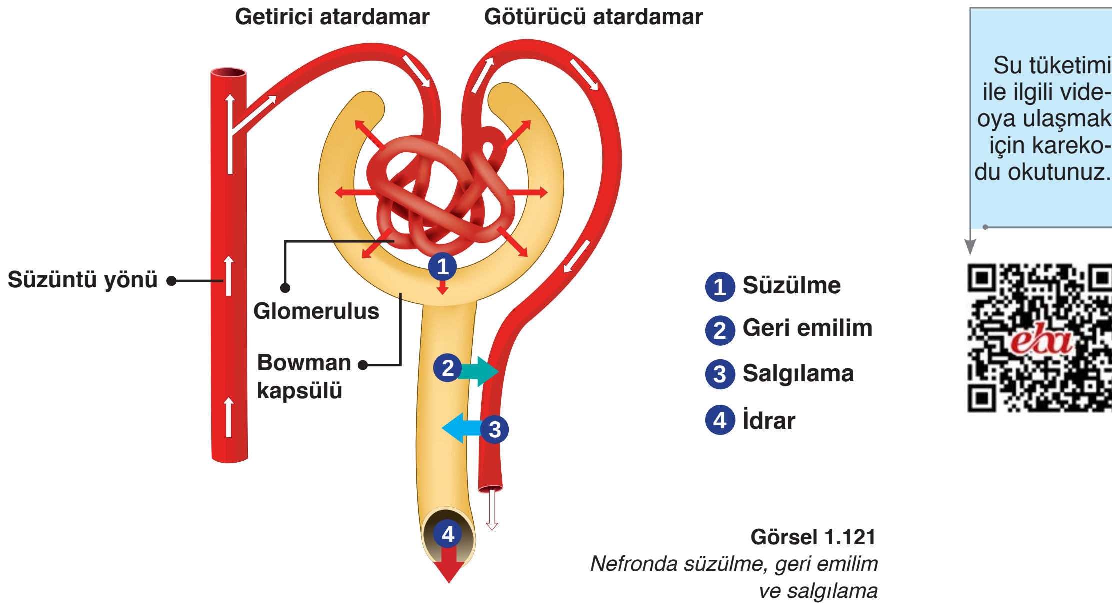
İDRAR OLUŞUMU

Kalpten çıkan kanın yaklaşık %25'i böbreklere gelir. Böbreklerden yaklaşık 1.100 ml kan geçer. Vücutta homeostasinin korunabilmesi için gerekli olan suyun alım ve atım dengesi böbrekler tarafından sağlanır. Tablo 1.5'te günlük olarak alınan ve atılan su miktarı ortalama olarak gösterilmiştir.

Tablo 1.5: *Günlük Alınan ve Atılan Su Miktarları*

	ALINAN SU (ml)		**ATILAN SU (ml)**
İçilen sıvılardan	**1.200-1.500**	İdrarla	**1.200-1.700**
Yenen besinlerden	**700-1.000**	Dışkıyla	**100-250**
Metabolik yollardan	**200-400**	Terle	**100-150**
			Gizli kayıplar
		Deriden	**350-400**
		Akciğerlerden	**350-400**
Toplam	**2.100-2.900**	**Toplam**	**2.100-2.900**

Deri yolu ile gizli su kaybı terlemeden farklıdır. Ter bezleri alınmış insanlarda da su kaybı görülür. Akciğerlerden su buharı şeklinde kaybedilen su da gizli kayıp olarak değerlendirilir ve bu kayıp soğuk havalarda daha fazladır. Vücuttan en fazla dışarı atılan su idrarla olur. İdrar böbreklerde bulunan nefronların süzülme (filtrasyon), geri emilim ve salgılama işlemleri sonucunda oluşur (Görsel 1.121).



Görsel 1.121
Nefronda süzülme, geri emilim ve salgılama

SÜZÜLME

Küçük yapılı maddeler yüksek kan basıncından dolayı pasif taşıma ile Bowman kapsülüne geçer. Bowman kapsülündeki bu sıvıya **süzüntü** adı verilir. Glomerulus kılcallarına gelen kanın içindeki kan proteinleri, kan hücreleri, yağ molekülleri gibi büyük yapılı maddeler kılcallardan dışarı çıkamaz. Süzüntü; su, glikoz, amino asitler, vitaminler, tuzlar, üre, kreatinin ve hemoglobinin yıkım ürünleri gibi küçük molekülleri içerir. Süzüntüdeki bu maddelerin konsantrasyonu ile kan plazmasındaki konsantrasyonları aynıdır. Süzüntüde bir miktar albümin de bulunabilir. Bir günde ortalama 180 litre sıvı böbreklerde süzülür. Böbreklerdeki süzülme hızı kan basıncı ile doğru orantılıdır.

GERİ EMİLİM

Bowman kapsülünden çıkan götürücü atardamar, nefronun kanallarını saran bir ağ yapısı oluşturur. Böylece süzüntüden geri emilen maddelerin kana geçişi ve salgılanan maddelerin nefron kanalına aktarımı sağlanabilir. Nefron kanallarının kıvrımlı yapısı ve uzun oluşu yüzey alanını genişlettiği için geri emilimde etkilidir. Geri emilim pasif ve aktif taşıma ile gerçekleşir.

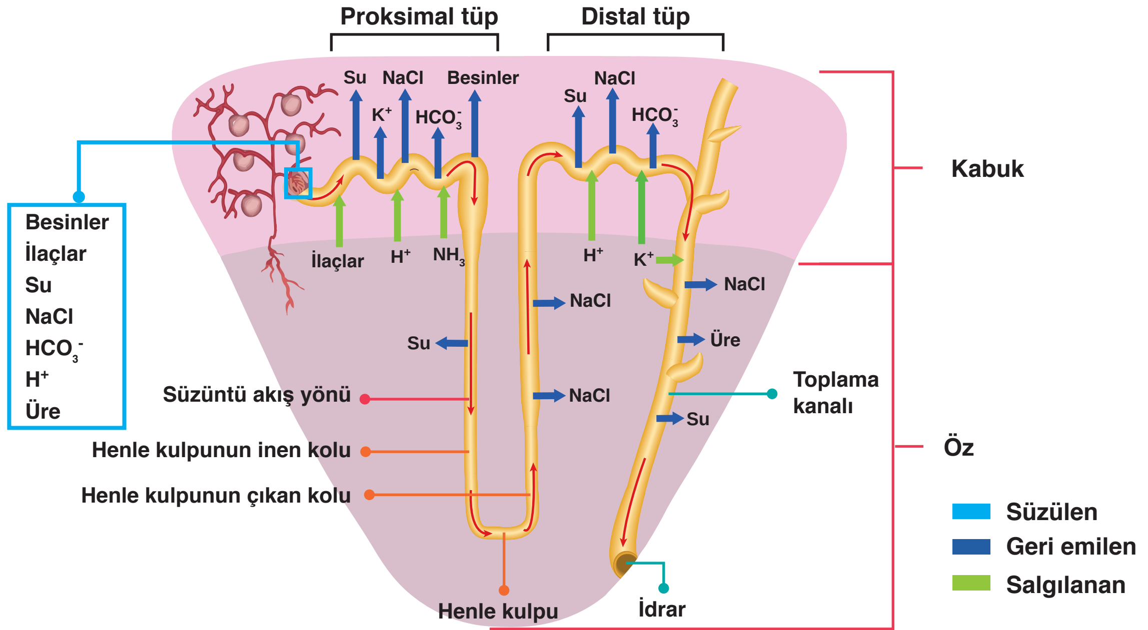
Proksimal tüp Bowman kapsülüne yakın olan kısımdır. Buradaki epitel hücreler mikrovillüslere sahiptir ve bu özellik geri emilimde önemlidir. Bowman kapsülünden proksimal tüpe gelen süzüntü içerisinden su, bikarbonat (HCO_3^-) iyonları, tuz, glikoz, amino asitler ve elektrolitler geri emilerek kana geçer.

Proksimal tüpten sonra gelen kısım Henle kulpudur. Henle kulpu inen ve çıkan kol olarak ikiye ayrılır. İnen kol ince ve dar bir yapıya sahiptir, bu kolda suyun geri emilimi gerçekleşir. Henle kulpunun çıkan kolunun alt kısmı ince iken üst kısmı kalın bir yapıdadır ve çıkan kol suya geçirgen değildir. Bu koldan sadece tuzlar geri emilir. Henle kulpunun çıkan kolundan sonra devam eden kısım distal tüptür.

Distal tüpte bikarbonat iyonlarının, suyun ve tuzun geri emilimi devam eder. Distal tüpün bağlandığı toplama kanalında ise su ve suda çözünen maddelerin geri emilimi gerçekleşir. Eşik değer, bir maddenin kanda bulunması gereken miktar olarak değerlendirilir. Emilimi gerçekleşecek maddeler kanda yeterli miktarda bulunuyorsa (madde miktarı eşik değerin üzerindeyse) geri emilim gerçekleşmez. Örneğin bazı amino asitlerin kandaki konsantrasyonu eşik değerin üzerinde ise geri emilim gerçekleşmez ve fazla amino asit idrarla dışarı atılır.

SALGILAMA

Salgılama, nefronu saran kılcal kan damarlarından nefron kanallarına madde geçişidir. Salgılanan maddeler amonyak, hidrojen iyonları, potasyum iyonları, ilaçlar, organik asit ve bazlar, boya ve diğer zehirli maddelerdir. Bu maddelerin nefron kanallarına geçişi aktif taşıma ile gerçekleşir. Nefronda süzülme, geri emilim ve salgılama sonrasında oluşan idrarın bileşiminde bulunan maddelerin nefron kanallarından geçişleri Görsel 1.122'de gösterilmiştir.



Görsel 1.122
İdrar oluşumu

Süzüntü, nefron kanallarından geçerek toplama kanallarına ulaşır. Nefron ve toplama kanalı epitelleriyle işlenen süzüntü **idrar** adını alır ve böbrek havuzcuğuna iletilir. İdrarın yapısında su, üre, ürik asit, kreatinin, kalsiyum, potasyum, sodyum, klor, fosfat, amonyak gibi maddeler bulunur. İdrarın yapısı süzülen ve salgılanan maddelerin miktarlarından geri emilen maddelerin miktarlarının çıkarılmasıyla bulunur. Sağlıklı bir insanda süzülen kandaki glikoz ve potasyumun tamamı geri emilse de oluşan idrarda salgılama sonucu potasyum iyonuna rastlanılır.

Süzülme, geri emilim ve salgılama sonucu idrara katılan madde miktarları Tablo 1.6'da verilmiştir.

Tablo 1.6: *İdrara Katılan Madde Miktarları*

Madde	Süzülme	Geri Emilim	Geri Emilim Oranı	Salgılama Dâhil İdrara Katılan
Su	180 *l*	~178 *l*	%99,0	~2 *l*
Üre	54,00 *g*	24,00 *g*	%44,4	30,00 *g*
Ürik asit	8,50 g	7,70 g	%91,0	0,80 g
Kreatinin	1,60 g	0,00 g	%0,0	1,60 g
Na^+	579,00 *g*	575,00 *g*	%99,5	4,00 *g*
Cl^-	640,00 *g*	634,00 *g*	%99,0	6,00 *g*
HCO_3^-	275,00 *g*	274,97 *g*	%99,0	0,03 *g*
K^+	29,60 *g*	29,60 *g*	%100	2,00 *g*
Proteinler	2,00 g	1,90 g	%95,0	0,10 g
Glikoz	162,00 *g*	162,00 *g*	%100	0,00 *g*

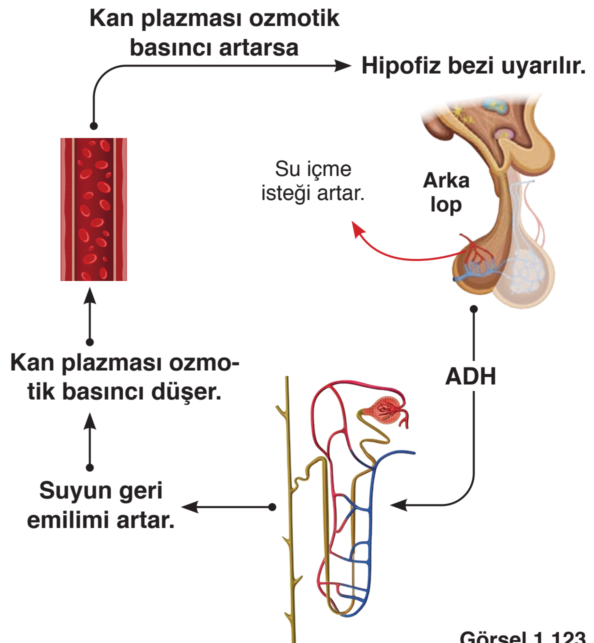
Böbreklerde oluşan idrar sağ ve sol böbrekten çıkan üreterlerle mesaneye taşınır. Üreterler meydana gelen idrarı peristaltik hareketler, hidrostatik basınç ve yer çekimi kuvveti ile mesaneye aktarır. Üreterlerin mesaneye getirdiği idrarla mesane yavaş yavaş dolmaya başlar. İdrar mesane basıncını yükseltir ve belirli bir seviyeye gelince (yaklaşık 300 ml) mesanedeki sinir uçları uyarılır. Böylece idrarın dışarı atılma refleksi aktifleşir ve idrar üretra ile dışarı boşaltılır. Karın kasları, idrarın boşaltılması sırasında kasılarak mesanedeki basıncın artmasında etkilidir. İdrarın dışarı atılması bir refleks olsa da bu refleks beyindeki merkezlerce belirli bir süre ertelenebilir. Böbrekler, idrar oluşumuyla vücuttan metabolik atıkların uzaklaştırılmasını ve homeostasinin korunmasını sağlar.

6.2. HOMEOSTASİNİN SAĞLANMASINDA BÖBREKLERİN ROLÜ

Üriner sistem sadece kanın temizlenmesinde ve alyuvar üretiminde görev almaz. Vücutta homeostasinin sağlanmasında da diğer sistem ve yapılarla iş birliği içerisinde çalışır. Üriner sistem özellikle iç salgı bezlerinden salgılanan hormonlarla ve asit-baz tampon sistemleri ile kanın basıncını, hacmini ve pH dengesini düzenlemede rol oynar.

HORMONAL KONTROL

İç salgı bezlerinden salgılanan hormonlar homeostasinin korunmasında üriner sisteme yardımcı olur. Hipofiz bezinin arka lobundan salgılanan antidiüretik hormon (ADH; vazopressin) ve böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldosteron hormonu homeostasinin korunmasında ve böbreklerin sağlıklı çalışmasında etkilidir. ADH kan plazması ozmotik basıncının artması durumunda hipofiz bezinden salgılanır. ADH; böbrek toplama kanallarının duvarındaki epitel hücreleri etkileyerek suyun geri emilimini sağlar (Görsel 1.123). Aldosteron hormonu da vücut sıvılarında mineral miktarının dengede tutulmasında görev alır. Aldosteron nefronların distal tübüllerini ve toplama kanallarını etkileyerek sodyum ve suyun geri emilimini sağlar. Ayrıca potasyumun idrarla dışarı atılımını da artırır. Böylece vücut sıvılarının su ve iyon dengesi korunur, kan basıncı yükselir ve kan hacmi artar.



Görsel 1.123
Kanın ozmotik basıncının ADH ile kontrolü

ASİT-BAZ DENGESİ

Vücutta birçok asidik ve bazik reaksiyon gerçekleşir. Asidik ve bazik özelliğe sahip moleküllerin miktarlarındaki değişiklik vücut sıvılarının pH dengesini etkiler. Vücut sıvılarının pH düzeyi dar sınırlar içerisinde tutulur. Örneğin kanın pH'sı çeşitli mekanizmalarla 7,35-7,45 arasında dengede tutulur. Bu dengenin bozulması sorunlara neden olur. Kan pH'sının 7,35'in altında olmasına **asidoz**, 7,45'in üstünde olmasına ise **alkaloz** denir. Alkaloz ve asidoz durumlarında H^+ iyonlarının konsantrasyonunu düzenlemek için asit-baz tampon sistemleri devreye girer. Dokularda solunum sonucu oluşan CO_2, H_2O ile birleşerek H^+ ve bikarbonat iyonlarına dönüşür. Bu olay tersinirdir.



$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

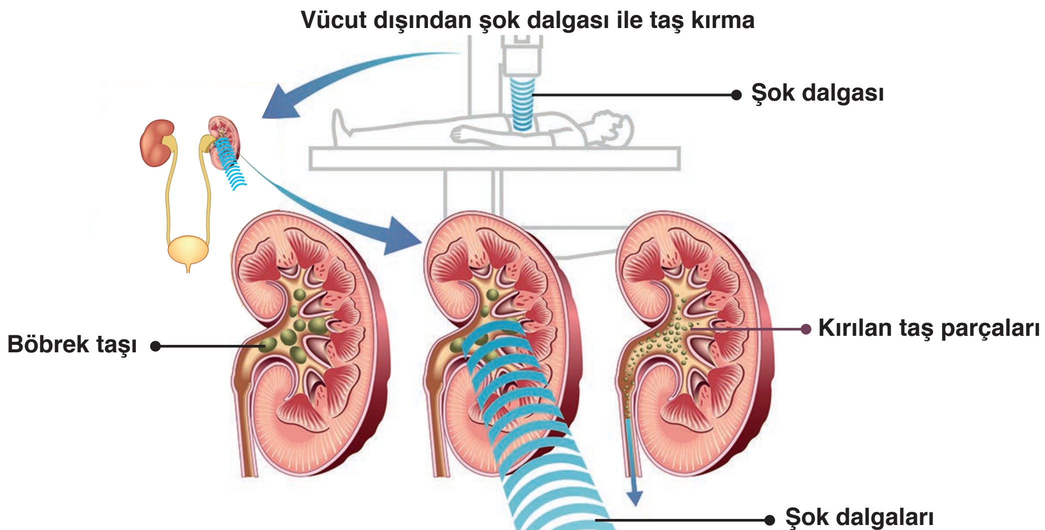
Ortamda CO_2 miktarı arttıkça H^+ iyonları artar ve pH düşer. Böbrekler tampon görevi görerek H^+ iyonlarını uzaklaştırır ve HCO_3^- iyonlarının geri emilimini sağlar. Böylece pH'nın tekrar artarak dengelenmesini sağlar.

6.3. ÜRİNER SİSTEM RAHATSIZLIKLARI

Üriner sistemin yapı ve işleyişinin bozulması böbrek fonksiyon bozukluğu, böbrek taşı, akut böbrek yetmezliği, kronik böbrek yetmezliği, sistit, üretrit gibi hastalıklara neden olur. Hastalıklar tedavi edilmezse homeostasi bozulur ve hayati tehlike ortaya çıkabilir. Üriner sistem hastalıkları ayrıca başka doku ve organları olumsuz etkileyebileceğinden kişinin yaşam kalitesini düşürür.

BÖBREK TAŞLARI

Böbrek taşlarının büyük çoğunluğu kalsiyum okzalat ve kalsiyum fosfattan meydana gelir. Böbrek taşının oluşumu böbrekte süzülen kanın yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat minerallerinin fazlalığına dayanır. Böbreğin havuzcuk bölgesinde fazla kalsiyum, okzalat kristalleri ile birleşerek kalsiyum okzalat kristallerini oluşturur. Bu kristaller zamanla çökelti hâline gelerek birikir. Böbrekten atılamayacak boyutlara ulaştığında **böbrek taşı** (kalkül) adını alır. Taş idrar yolunda aşağıya doğru ilerledikçe çok şiddetli ağrı meydana getirir. Taşın hareketinden kaynaklı oluşan böbrek tahribatı ve tıkanıklığı idrarda kan görülmesine sebep olabilir. Böbrek taşlarının nasıl oluştuğu tam olarak bilinmemektedir. Buna karşın asidoz, yüksek ürik asit miktarı, aşırı D vitamini ve kalsiyum alımı, okzalatça zengin besin tüketimi, idrar yolları tıkanıklığı, hiperparatiroidizm ve kalıtsal yatkınlığın böbrek taşına neden olduğu düşünülmektedir. Böbrek taşı rahatsızlığının tedavisinde bol su içilmesi önerilmektedir. Geçmişte önemli durumlarda böbrek taşlarına cerrahi müdahale yapılırken günümüzde şok dalgaları ile parçalanarak doğal yollarla atılması sağlanmaktadır (Görsel 1.124).



Görsel 1.124
Böbrek taşlarının şok dalgaları ile parçalanması

İDRAR YOLU ENFEKSİYONU

İdrar yolu enfeksiyonları çeşitli bakterilerin enfeksiyonu sonucu oluşan iltihaplanmalardır. İki ayrı yerde ortaya çıkar. Bunlardan idrar kesesinin iltihaplanmasına **sistit**, üretranın iltihaplanmasına **üretrit** adı verilir. Sistitte sık idrara çıkma, idrar yaparken yanma, idrarda kan görülmesi, idrar kokusunun kötü olması, karın alt bölgesinde ağrı gibi belirtiler ortaya çıkar. Üretra iltihaplanması da sistit benzeri belirtiler gösterdiğinden iki hastalığı birbirinden ayırmak zordur. Yapılan idrar tahlilinde bakteri sayısının az çıkması ile sistitten ayrılır. Üretrit tedavi edilmezse üreme organları rahatsızlıkları ile bel soğukluğu, artrit, menenjit, kısırlık gibi rahatsızlıklara dönüşebilir. Sistit tedavisinin ertelenmesi durumunda enfeksiyon etkeni bakterilerin böbreklere kadar ulaşması, zamanla kronik böbrek yetmezliği gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.

BÖBREK YETMEZLİĞİ

Böbrek yetmezliği akut ve kronik böbrek yetmezliği olarak iki şekilde ele alınır. Akut böbrek yetmezliği böbrek fonksiyonlarının neredeyse tamamının durmasıdır. Böbrek yetmezliğinin en önemli göstergesi idrarın çok az oluşması ya da hiç oluşmamasıdır. İdrarın oluşmaması durumunda atılacak olan maddeler vücuttan uzaklaştırılamaz. Akut böbrek yetmezliğine böbreğe yeterince kanın gelmemesi, böbrek taşları, arterioskleroz, yanlış kan nakli, yaralanma ve kalp krizinin yanı sıra civa, arsenik gibi toksik maddeler de neden olabilir. Akut böbrek yetmezliği genellikle 10 gün içerisinde tedavi edilebilir.

Kronik böbrek yetmezliği, tedavi edilmeyen ya da edilemeyen akut böbrek yetmezliği sonucu ortaya çıkar. Kronik böbrek yetmezliğinde nefron kaybı %70'in üzerine çıktığında sorun başlar. Kronik böbrek yetmezliği yıllara bağlı olarak yavaş yavaş gelişir. Böbreklerde bakteriyel enfeksiyonlar, diyabet, yüksek kan basıncı ve akut böbrek yetmezliğine neden olan unsurlar kronik böbrek yetmezliğine neden olan unsurlar olarak sayılabilir. Ayak ve bacaklarda şişlik, sinirlilik, yüksek tansiyon, iştahsızlık, solunum sıkıntıları ve hâlsizlik böbrek yetmezliği belirtileri olarak değerlendirilebilir.

KENDİNİ GELİŞTİR

Öğretmen sınıfındaki öğrencisinin çok fazla su tüketip sık sık tuvalete gittiğini gözlemler. Öğrencisine okulda çok su tükettiğini söylediğinde ise öğrencisi okulda içtiği kadar evde de su tükettiğini, günlük tüketiminin yaklaşık 8-10 litreyi bulduğunu ve sürekli su içme isteği duyduğunu söyler. Öğretmen bunun bir insanın normal su tüketiminden çok fazla olduğunu belirterek öğrencisine doktora gitmesini tavsiye eder. Yapılan tıbbi değerlendirme sonucunda doktor, öğrenciye diabetes insipidus (yalancı diyabet, şekersiz şeker hastalığı) teşhisi koyar.

1. Öğrencinin sık idrara çıkma ve bunun arkasından bol su içme isteğinin ADH salgılanması ile ilişkisini açıklayınız.

....

....

....

....

2. Fazla su kaybetmenin yanında mineral eksikliğinin homeostasiye etkisini açıklayınız.

....

....

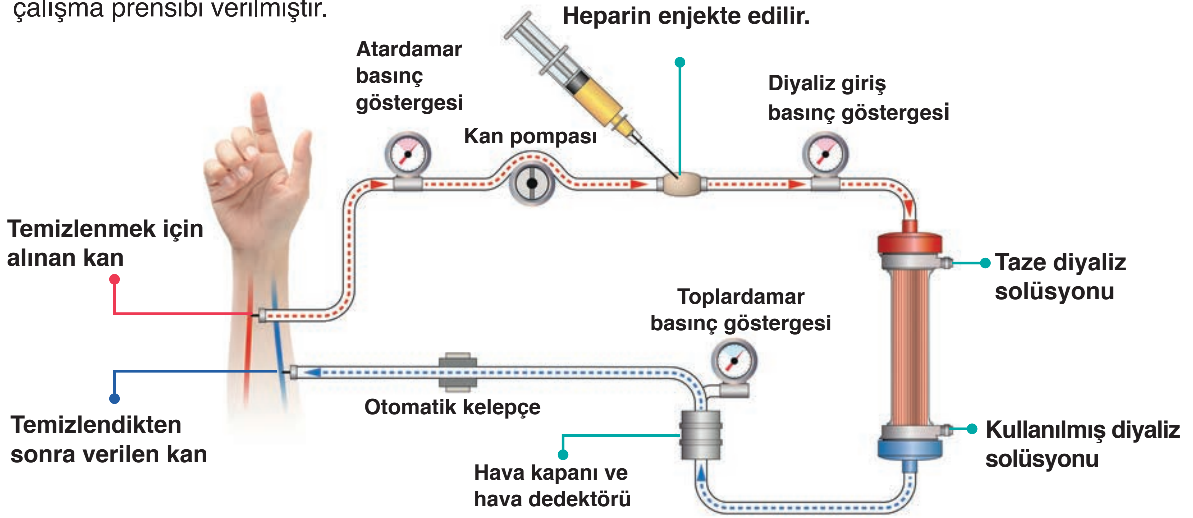
....

....

3. Diabetes insipidus hastalığını araştırarak hastalığa sahip bireylerin karşılaştıkları güçlükler hakkında bir infografik hazırlayınız. Hazırladığınız infografiği arkadaşlarınızla paylaşınız.

DİYALİZ VE BÖBREK NAKLİ

Böbrek yetmezliği sonucu vücutta homeostasi bozulur. Böbrekler fonksiyonunu yerine getirmediği zaman vücutta sıvı, asit, potasyum ve diğer toksik maddeler birikir. Böbrek yetmezliğinde kesin tedavi böbrek naklidir. Böbrek nakli yapılmaz ya da diyalizle böbrek işlevleri normale döndürülmezse birkaç hafta içerisinde birey hayatını kaybeder. Uygun böbreğin bulunması zaman alabileceğinden hastanın tedavisine diyaliz ile devam edilir. Diyaliz tekniği suda erimiş moleküllerin yarı geçirgen bir zardan difüzyonudur. Diyaliz makinesinin solüsyonunda kanda bulunması gereken yapılara eşdeğer miktarda madde bulunur. Bunun yanında kandan atılması istenilen maddelerin konsantrasyonu ise düşüktür. Böylece kandaki uzaklaştırılmak istenen maddeler yarı geçirgen zardan geçerek diyaliz sıvısına aktarılır ve kan temizlenmiş olur. Diyaliz makinesinde temizlenerek çıkan kan hastaya tekrar verilir. Böbrek yetmezliği olan hastalar haftada üç kez 4-6 saat diyaliz makinesine bağlanmak zorundadır. Bu süreç böbrek nakli yapılıncaya kadar devam eder. Görsel 1.125'te diyaliz makinesinin çalışma prensibi verilmiştir.



Görsel 1.125
Diyaliz makinesinin çalışma prensibi

Böbrek nakli günümüzde doku ve organ nakilleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Hasta böbrek fonksiyonlarını kaybettiğinde hayatta kalabilmek için böbrek nakline ihtiyaç duyar. Böbrek nakillerinin sağlıklı yapılabilmesi için vericiyle hasta arasında akrabalık ilişkisi ya da genetik benzerlik olması gerekir. Uygun bir verici bulunamadığında doku uygunluk kontrolleri yapılarak kadavradan alınan böbrek 48 saat içinde nakledilebilir. Kadavradan alınarak yapılan böbrek nakilleri en sık yapılan böbrek nakilleridir. Nakledilen böbreği vücudun reddetmesini önlemek için hastaya bağışıklık sistemini baskılayan ilaçlar verilir. Böbrek naklinden sonra böbreğini bağışlayanın ve alıcının hayatında herhangi bir olumsuz değişiklik olmaz. Bağış yapan kişi tek böbrekle hayatına kaldığı yerden devam eder.

Organ bağışı yapmak, organ bekleyen birçok insanın yaşamasını sağlayacaktır. Ülkemizde 2021 yıl sonu itibarıyla diyaliz uygulanan ve böbrek nakli olmuş hasta sayısı yaklaşık 84.000'dir.

6.4. ÜRİNER SİSTEMİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Üriner sistemin sağlıklı yapısının korunması vücuttaki homeostatik dengenin sağlanması bakımından önemlidir. Bunun için bireyler günlük ihtiyacı kadar su içmeli, fazla baharat ve tuz tüketmemeli, sağlıklı ve dengeli beslenmeli, düzenli spor yapmalıdır. Tütün mamulleri, alkol kullanma gibi zararlı alışkanlıklardan uzak durulmalı, kişisel temizliğe özen gösterilmelidir. Diş çürüğü ve boğaz iltihaplanmalarında zaman kaybetmeden doktora gidilerek tedavi olunmalı ve tam iyileşme sağlanmalıdır. Kullanılan ilaç ve antibiyotikler doktorun önerdiği şekilde alınmalıdır. İdrarı uzun süre tutmadan ve gerektiğinde hemen boşaltarak üriner sistemin sağlıklı yapısının korunmasına yardımcı olunmalıdır. Üriner sistem enfeksiyonlarında ağrılı ve sık idrara çıkma belirtileri söz konusudur. Böyle durumlarda doktora başvurularak hemen tedaviye başlanmalıdır.

ETKİNLİK

 30 dk.

Etkinliğin Adı: Üriner Sistemin Sağlıklı Yapısının Korunması

Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Üriner sistemin sağlığının korunmasında etkili olan unsurları kavrayabilme.

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Babasının yemeklere tadına bakmadan tuz attığını gözlemleyen bir öğrenci, babasının çok su tükettiğini fark eder. Babasının ara sıra bel bölgesinde yer alan ağrılardan şikâyet ettiğini ve sık idrara çıktığını hatırlayan öğrenci; babasını doktora gitmeye ikna eder. Doktor, babasının şikayetleri üzerine birtakım tahliller isteyerek sorunların büyümeden tekrar kontrole gelmelerinin ne denli önemli olduğunu anlatır. Ayrıca babasına sorunlarından kurtulmak için nasıl beslenmesi gerektiğini, düzenli kontrol yaptırmasını, kullandığı ilaçlar ile kan şekeri ve kolesterolünü kontrol altında tutması gerektiğini anlatır.

1. Üriner sistem rahatsızlıklarının diğer sistem rahatsızlıklarında da olduğu gibi erken tanısı neden önemlidir? Açıklayınız.

2. Sağlıklı bir bireyden daha fazla su tüketen birinde hangi böbrek rahatsızlıklarının olduğu söylenebilir? Açıklayınız.

3. Yemeklerin tadına bakmadan tuz atmak neden doğru değildir? Fazla tuz vücutta hangi sistemlerde sorunlara yol açabilir? Tartışınız.

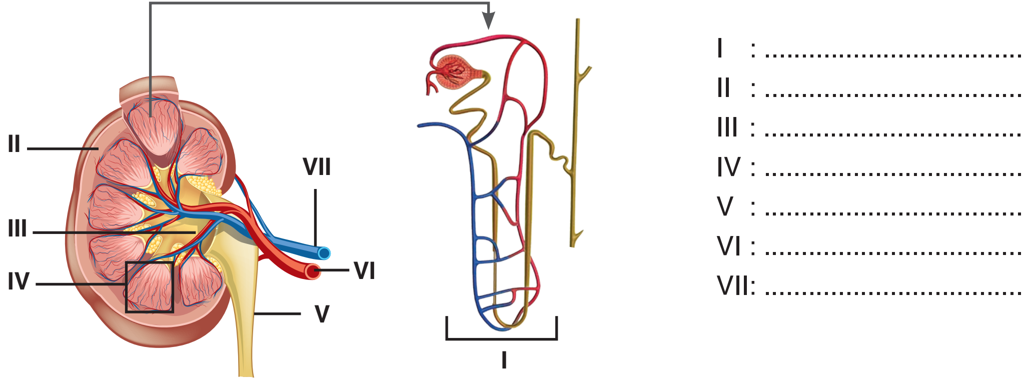
4. Üriner sistemin sağlıklı yapısını korumak için aşağıdakilerden hangilerine ne sıklıkta dikkat edersiniz? İşaretleyiniz.

Davranışlar	Genellikle *	Bazen	Nadiren **
Günlük ihtiyacımı karşılayabilecek yeterli su tüketirim.			
Yemeklerde kullandığım tuz miktarına dikkat ederim.			
Belli aralıklarla kan şekeri ölçümü yaptırırım. Kan şekerimin kontrolüne dikkat ederim.			
Doğru beslenmeye ve besinlerdeki kolesterol içeriğine dikkat ederim.			
Zaman zaman idrarımın renk ve kokusunu kontrol ederim.			
Düzenli fiziksel egzersiz yaparım.			
Üriner sistemi etkileyecek zararlı alışkanlıklardan uzak dururum.			
Üriner sistemimde bir rahatsızlık hissettiğimde doktora başvururum.			
Doktora gittiğimde akut ya da kronik rahatsızlıklarımı açıklar, kullandığım ilaçları belirtirim. Doktorun tavsiye ettiği ilaçların kullandığım diğer ilaçlarla etkileşimini ve ilaçları nasıl kullanacağımı detaylıca sorarım.			

* *Eğer 5 ve 5'ten fazla "Genellikle" işaretliyse üriner sisteminizin sağlığını korumaya dikkat ediyorsunuz.*
** *4 ve daha fazla "Nadiren" işaretlediyseniz üriner sisteminizin sağlığını korumaya özen göstermelisiniz.*

1-7. açık uçlu soruları aşağıda verilen görsele göre cevaplayınız.

1. Görselde numaralandırılmış kısımların adlarını ilgili boşluklara yazınız.



2. Görsele göre I numaralı kısmın bölümlerini sırasıyla yazınız.

....
....

3. IV ve V numaralı kısımları su yoğunluğu yönünden karşılaştırınız.

....
....

4. V, VI ve VII numaralı kısımları üre yoğunluğu bakımından <u>çoktan aza</u> doğru sıralayınız.

....
....

5. VI ve VII numaralı yapıları glikoz miktarı, karbondioksit miktarı ve amonyak miktarı yönünden karşılaştırınız.

Glikoz miktarı: ....
....

Karbondioksit miktarı: ....
....

Amonyak miktarı: ....
....

6. Glikoz nefron kanallarına geçmesine karşın sağlıklı bir kişide III numaralı kısımda bulunmaz. Bu durumun sebebi nedir? Açıklayınız.

....
....
....
....

7. III ve V numaralı kısımlardaki sıvıların kimyasal bileşimini karşılaştırınız.

....
....
....
....

8-10. açık uçlu soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

İnsanlarda yaklaşık olarak 10-12 cm uzunluğunda, ortalama 150 g ağırlığında ve fasulye tanesi şeklinde iki böbrek vardır. Dış kısmı bağ dokudan oluşan ince bir zarla çevrili olan böbrekler; karın boşluğunun arka tarafında, bel hizasında ve omurganın iki yanında yerleşmiştir. Böbrek dıştan içe doğru üç kısımdan oluşur. Dışta koyu kırmızı renkte kabuk (korteks) bölgesi ve içte açık renkli öz (medulla) bölgesi bulunur. Böbreğin orta kısmında ise idrar kanalının çıktığı geniş bir çukur alan vardır. Bu bölge havuzcuk olarak adlandırılır. Havuzcuk idrar toplama kanallarının sonlandığı kısımdır.

Böbreklerde idrar oluşumunun sağlandığı yapısal ve işlevsel görev birimine nefron denir. Her böbrekte yaklaşık bir milyon nefron bulunur. Nefronlarda idrar oluşumu süzülme, geri emilim ve salgılama olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.

8. Aşırı miktarda tuzlu su içmiş bir birey ile normal su içmiş bir birey arasında idrar oluşumu sırasında ne gibi farklılıklar olması beklenir? Cevabınızı gerekçeleri ile yazınız.

....
....
....
....

9. Bir bireyin nefron kanallarından proksimal tüpünde yeteri kadar geri emilim gerçekleşmez ise bu bireyin idrarında hangi maddelerin olmasını beklersiniz?

....
....
....

10. Vücut sıvılarının mineral dengesinde böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldosteron hormonu rol oynar. Bu hormonun gereğinden fazla salgılanması durumunda boşaltım kanallarından Na^+ ve Cl^- emilimi artar.

Bir bireyde aldosteron hormonu gereğinden fazla salgılanır ise bireyin vücudunda ne gibi değişimler görülmesi beklenir?

....
....
....

11. soruyu doğru yanlış tekniğine uygun şekilde cevaplayınız. Yanlış olan bilginin doğrusunu tablodaki boşluğa yazınız.

11.

	D / Y	YANLIŞ İSE DOĞRUSU
a) Glomerulus kılcallarında doku kılcallarından farklı olarak kan basıncı yüksek ve sabittir.		
b) Nefronlarda suyun geri emilmesinde hipofiz bezinin ürettiği ADH hormonu görevlidir.		
c) Sağlıklı bir kişinin idrarında suda çözünen vitaminler bulunur.		
ç) Henle kulpunun çıkan kolu tuzlara geçirgen değilken suya geçirgendir.		
d) Nefronu oluşturan yapılardan toplama kanallarında üre geri emilimi gerçekleşir.		
e) Glomerulus kılcallarındaki kanın Bowman kapsülüne süzülmesinde aktif taşıma etkilidir.		
f) Kanın pH dengesi için amonyak ve hidrojen iyonları salgılama olayı ile nefron kanallarına verilir.		

12-22. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi nefronun yapısında bulunmaz?

A) Bowman kapsülü

B) Distal tüp

C) Glomerulus kılcalları

D) Havuzcuk

E) İdrar toplama kanalları

13. Glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne doğru gerçekleşen süzülme sırasında

I. Glomerulus kılcallarındaki kan basıncında artış

II. Bowman kapsülündeki hidrostatik basıncın artması

III. Glomerulus kılcallarındaki ozmotik basıncın artması

olaylarından hangileri süzülme hızını artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

14. Böbreklerde bazı maddelerin aktif taşıma ile nefron kanallarına geçmesi

I. Süzülme (Filtrasyon)

II. Geri emilim

III. Salgılama

olaylarından hangilerinde gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

15. Yetişkin bir insanda iki böbrekten geçen kan akımı dakikada yaklaşık 1.200 ml'dir. Tüm kan akımı miktarının böbreklerden geçen kesimine **böbrek fraksiyonu** denir.

Yetişkin bir erkekte normal kalp atım hacmi ortalama dakikada 5.600 ml'dir. Böbreklerden geçen kan akımı ise yaklaşık dakikada 1.200 ml olduğuna göre normal böbrek fraksiyonu yaklaşık olarak %21 olarak hesaplanır.

Bir insanda böbrek fraksiyonunu

I. Kan basıncının artması

II. Dinlenme durumunda olunması

III. Aşırı baharat ve tuz tüketimi

olaylarından hangileri artırır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

16. Aşağıdakilerden hangisi üriner sistemin görevleri arasında yer almaz?

A) Minerallerin üretimi

B) Homeostasinin korunması

C) Kanın ozmotik basıncının ayarlanması

D) Vücuttan ürenin uzaklaştırılması

E) Kan pH'sının ayarlanması

17. Böbrek taşının oluşumu ve rahatsızlığıyla ilgili olarak

I. Kalsiyum ve fosfat minerallerinin çökelmesi sonucu oluşur.

II. Böbrek kanallarını tıkayabilir.

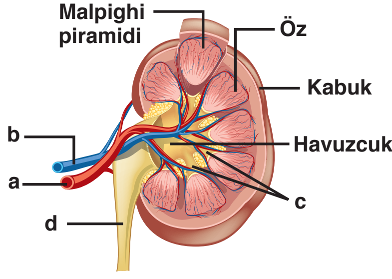
III. Böbrek taşlarının oluşumu daha çok alkali idrarda görülür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

18.



Bu böbrek görselinde harflerle belirtilmiş kısımlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) b'de oksijen miktarı a'dan fazladır.

B) a'da üre miktarı b'den fazladır.

C) Havuzcuk ve d'nin üre derişimleri farklıdır.

D) a'da glikoz miktarı b'den azdır.

E) c ve d'nin üre derişimleri farklıdır.

19. Uluslararası Nefroloji Birliğinin çocuklarda böbrek sağlığının korunmasını ana hedef olarak belirlemesinde böbreklerin

I. Kemik sağlığını, büyümeyi ve zihinsel gelişimi etkilemesi

II. Çocuklarda ve yaşlılarda hipertansiyon üzerine etkisi

III. Çocuklarda obezite görülmesi üzerine etkisi

durumlarından hangileri etkili olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

20. Sağlıklı bir bireyde aşağıdaki yapılardan hangisinde glikoza rastlanmaz?

A) Böbrek atardamarı

B) Böbrek toplardamarı

C) Glomerulus kılcalları

D) Havuzcuk

E) Proksimal tüp

21. Kan pH'sının asitliğe doğru kaymasına asidoz, bazlığa doğru kaymasına alkaloz denir. İnsanda bu durumu önlemek için hidrojen iyonu konsantrasyonlarını düzenleyen asit-baz tampon sistemleri vardır.

Buna göre pH'nın ayarlanması sürecinde meydana gelen

I. Böbrekler fazla hidrojen iyonlarını uzaklaştırırken bikarbonat iyonlarının geri emilimini sağlar.

II. Karbonik asit hidrojen iyonuna ve bikarbonat iyonuna ayrışır.

III. Kanda hidrojen iyonu arttıkça pH azalır.

IV. Karbondioksit suyla tepkimeye girerek karbonik asit oluşur.

olaylarının doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

A) I-III-II-IV

B) I-IV-III-II

C) II-I-III-IV

D) IV-I-II-III

E) IV-II-III-I

22. Böbrek nakliyle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Benzer genetiğe sahip bireyler arasında böbrek nakli yapılabilir.

B) Böbrek naklinden sonra reddetmeyi önlemek için bağışıklığı baskılayan ilaçlar kullanılır.

C) Böbrek nakillerinde böbreğini veren kişinin doku uygunluğu incelenmeden nakil yapılabilir.

D) Böbreğini bağışlayan kişiler tek böbrekle de yaşamlarını sürdürebilirler.

E) Böbrek nakli, doku ve organ nakillerinde ilk sıralarda yer alır.

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



7. BÖLÜM



İÇERİK

Anahtar Kavramlar

Büyüme | Embriyonik gelişim | Gelişme | Hamilelik | İn vitro fertilizasyon | Menstrual döngü | Ultrason | Üreme

ÜREME SİSTEMİ VE EMBRİYONİK GELİŞİM

THALİDOMİD VAKA ANALİZİ

Thalidomid, 1950 yılının başlarında keşfedilip bir grip ilacı olarak piyasa sürüldüğünde kimse bunun bir faciaya dönüşeceğini düşünmüyordu. Keşfinden kısa bir süre sonra sakinleştirici, uyku getirici, mide bulantısı ve kusmayı önleyici etkisinin de ortaya çıkmasıyla ilacın kullanıcıları arasına bulantılar ve uyku sorunları yaşayan gebe kadınlar da katıldı. Thalidomid hem reçetesiz satılıyor hem de doktorlar tarafından ücretsiz, isteyen herkese tanıtım amaçlı verilebiliyordu. Bu ilaç o kadar popüler oldu ki her derde deva denilebilecek mucize bir ilaç olarak görülmeye başladı. Öyle ki kullananların çoğu baş ağrısı, öksürük, soğuk algınlığı ve hatta unutkanlığa da iyi geldiğini belirtiyordu. Ancak ilaç yeterli testler yapılmadan piyasaya sürülmüştü. Bu durum gelecekte binlerce bebeğin ölümüne ya da gelişim sorunlarıyla doğmasına neden olacaktı. O dönemlerde ilaç firmalarının uymak zorunda olduğu güvenlik önlemleri günümüzdeki kadar net değildi. Hatta ilaçların yan ve ana etkilerine yönelik çalışmalar sınırlı sayıda yapılabiliyordu. Thalidomid'in gebeler üzerindeki etkisi yeterince test edilmedi. Ancak ilacın mucize ilaç olarak tanıtılması kullanan sayısını da bir o kadar artırmaya devam etmekteydi.

Çok geçmeden ilacı kullanan gebelerin çocuklarında sorunlar ortaya çıktığı fark edildi. İlacı kullanan gebelerin çocuklarında beyin, göz, kulak, yüz ve çeşitli uzuvlarında gelişim bozuklukları olduğu görüldü. Doğan bebeklerin büyük bir kısmı doğumdan kısa süre sonra hayatını kaybediyordu. Doğmadan anne karnında hayatını kaybedenlerin sayısı da azımsanmayacak düzeydeydi. Doktorların raporlamaları ve şikayetler arttıkça ilaç çok geçmeden piyasadan çekildi.

Thalidomid, bağışıklık hücrelerini uyarma ve savunma sistemini düzenleme yoluyla etki eder. Ayrıca yeni kan damarlarının oluşması (anjiyogenez) sürecini yavaşlatır. Kan damarlarının oluşmaması o bölgedeki dokuların beslenmesini etkiler. Dünya genelinde yaklaşık 2.000 çocuğun annelerinin bu ilacı kullanmasından dolayı hayatını kaybettiği ve yaklaşık 15.000 kadar çocuğun ise ciddi gelişim bozukluklarıyla yaşamlarını sürdürdükleri düşünülüyor. O dönemde Türkiye'ye de getirilen bu ilaç bilim insanlarının kuşkuları ve verilerin yetersizliği nedenleriyle Sağlık Bakanlığından ruhsat alamadı ve kullanılmadı. Başlangıçta grip tedavisi için icat edilen Thalidomid, günümüzde çok sayıda kanser türünün tedavisinde kullanılmaktadır.

(Düzenlenmiştir.)

Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri dergisi, 2019;12(1)

HAZIRLIK SORULARI

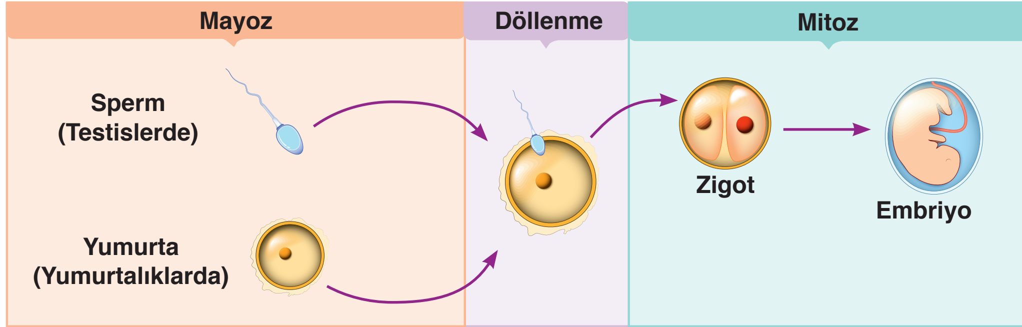
1. **Thalidomid neden anneye değil de bebeğe zarar vermektedir?**
2. **Annenin hamilelik döneminde kullandığı ilaçlara ve aldığı besinlere dikkat etmesi neden önemlidir?**

Bölümün sunu karekodu



7.1. ÜREME SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

Üreme, canlının neslini devam ettirebilmek için kendine benzer yeni bireyler meydana getirmesidir. Üreme, eşeyli ve eşeysiz üreme olmak üzere ikiye ayrılır. İnsanlar eşeyli üreme ile çoğalır. Eşeyli üremenin temeli mayoz ve döllenmedir. Mayoz ile birbirinden genetik olarak farklı ve vücut hücrelerinin yarısı kadar kromozoma sahip, **gamet** adı verilen eşey hücreleri üretilir. Dişi gamet olan **yumurta hücresi** (ovum) büyük ve hareketsizdir. Erkek gamet olan **sperm hücresi** ise küçük ve hareketlidir. Dişi üreme sisteminde iki gametin birleşmesi ve çekirdeklerinin kaynaşması ile **döllenme** meydana gelir. Döllenme ile iki gamete ait genetik özelliklerin bir araya getirildiği **zigot** oluşur. Zigottan hücre bölünmeleri ve hücre farklılaşmaları ile yeni bir birey gelişir (Görsel 1.126).

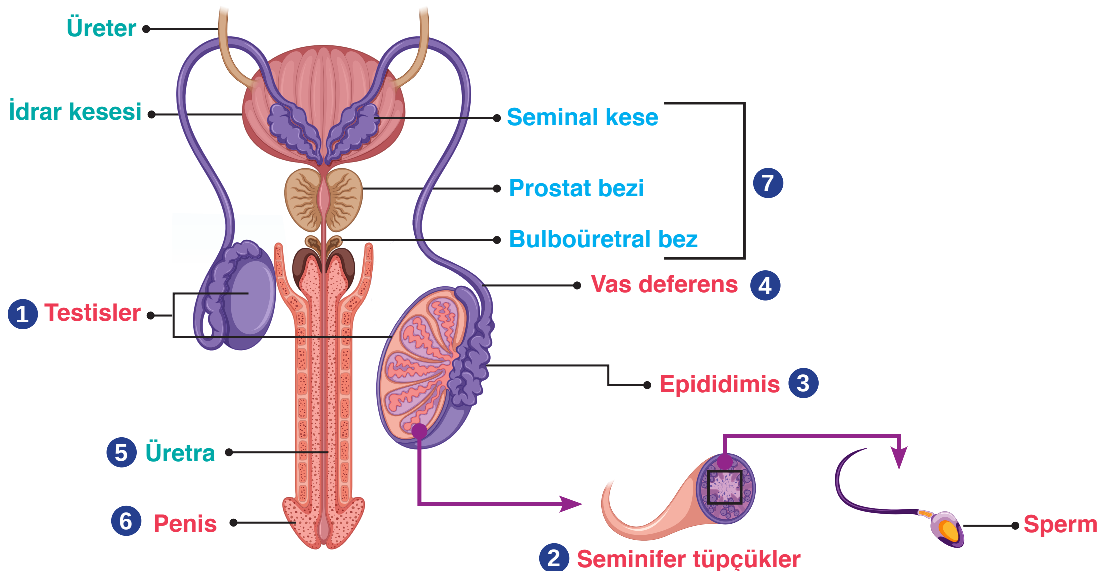


Görsel 1.126
Döllenme ve embriyo oluşumu

Dişi ve erkek üreme sistemi asıl eşey organı ve yardımcı eşey organlarından oluşur. **Gonat** adı verilen asıl eşey organları gametlerin üretildiği ve endokrin işlevlerin olduğu yapılardır. Erkeklerde testisler, dişilerde yumurtalıklar asıl eşey organı olan gonatlardır. **Yardımcı eşey organları** gametleri taşıyan kanallar, bu kanallara salgısını bırakan çeşitli bezler ve dış genital organlardan oluşur. Dişi ve erkek üreme sistemi anatomik olarak farklılıklar gösterir.

ERKEK ÜREME SİSTEMİ

Erkek üreme sistemi; **testisler**, **kanal sistemi** (epididimis ve vas deferens), **yardımcı bezler** [bir çift seminal kese, bir çift bulboüretral bez (Cowper bezi) ve prostat bezi] ve **penisten** oluşur. Görsel 1.127'de erkek üreme sistemine ait yapılar görülmektedir.



Görsel 1.127
Erkek üreme sistemi

Testisler, embriyonik dönemde karın boşluğunda oluşur ve doğumdan hemen önce **skrotum** adı verilen deriden oluşmuş torba içerisine iner. Testislerin skrotum içine geçmesi sperm üretilmesi için önemlidir. Sperm üretilmesi için ideal sıcaklık vücut sıcaklığından düşüktür. Skrotum kasları soğuk ortamda kasılarak testisleri vücuda yaklaştırırken sıcak havalarda ise gevşeyerek vücuttan uzaklaştırır. Böylece testis sıcaklığı vücut sıcaklığından yaklaşık 2 °C daha düşük tutulmuş olur. Testisler sperm üretmenin yanında eşey hormonlarını da salgılar (1).

Her testiste yaklaşık 1.000 adet **seminifer tüpçük** adı verilen ince kıvrımlı yapı bulunur (2). Bu tüpçüklerin her biri yarım metre uzunluğundadır. Ergenlikten itibaren yaşlılık dönemine kadar seminifer tüpçüklerde bulunan sperm ana hücrelerinden (spermatogoniyum) mayoz ile her gün yaklaşık 120 milyon sperm üretilir (spermatogenez). Tüpçükler içinde mayozun farklı evrelerinde olan hücreler ve **sertoli hücreleri** bulunur. Sertoli hücreleri ürettiği salgılarla gelişmekte olan spermleri besler, korur ve kanallara doğru hareketini kolaylaştırır. Ayrıca spermlerin gelişmesi sırasında atılan sitoplazmik atıkları fagositozla yok eder ve sperm üretimi sırasında hormonal düzenlemede rol oynar. Seminifer tüpçüklerin aralarındaki bağ dokuya yerleşmiş olan **Leydig hücreleri** (interstisyel hücreler) ise testosteron ve diğer androjenleri üretir.

Testislerdeki seminifer tüpçüklerde üretilen spermler, **epididimis** adı verilen yaklaşık 6 metre uzunluğundaki kıvrımlı kanala geçer (3). Spermler burada olgunlaşmasını tamamlayarak hareket yeteneği kazanır. Spermlerin döllenme yeteneğini kazanması ise dişi üreme sisteminin kimyasal ortamında gerçekleşir.

Epididimisten **vas deferens** adı verilen kaslı bir kanala geçen ve burada geçici olarak depolanan spermler, kanal hücrelerinin salgıları ile hem kanal boyunca ilerler hem de beslenir (4). Vas deferens kanalı idrar kesesinin çevresinden arkaya dolanarak seminal keseden gelen kısa bir kanalla birleşip **ejakulasyon kanalına** açılır. Ejakulasyon kanalı üretraya bağlanır (5). Üretra erkeklerde üriner sistem ve üreme sisteminin ortak kanalıdır. Penis içinde bulunan üretra, idrar ve spermlerin vücut dışına atılmasını sağlar. Peniste ayrıca kan damarları yönünden zengin silindirik yapıda üç süngerimsi erektil (sertleşebilen) doku kolonu bulunur. Penisin üzeri ise deri ile kaplıdır. Penisin baş kısmında bulunan deri kıvrımı (prepus; sünnet derisi) sünnet olarak bilinen cerrahi operasyonla alınabilir (6).

Erkek üreme sistemindeki yardımcı bezler ise **seminal keseler**, **prostat bezi** ve **bulboüretral bezler** [Cowper (*kavpır*) bezleri] dir (7). Bu bezler spermlerin de içinde bulunduğu **semen** adı verilen sıvıyı üretir. Hafif bazik özellikte olan bu sıvı spermlerin taşınmasını, beslenmesini ve dişi üreme sisteminin asidik pH'sına karşı korunmasını sağlar.

Seminal keseler salgısını üretra ile birleşmeden önce vas deferens kanalına boşaltır. Prostat bezi üretrayı sarar, salgılarını ince kanallarla doğrudan üretraya iletir. Bulboüretral bezler ise prostat bezinin altında, üretra boyunca uzanır, üretrada kalmış asidik idrar kalıntısını nötralize eden saydam bir mukus salgılar.

MERAKLISINA

40 yaşını aşmış çoğu erkekte ve 70 yaşını aşmış hemen hemen bütün erkeklerde çeşitli sebeplerle prostat bezi büyümesi sorunu görülür. Prostat kanseri 65 yaş ve üzeri erkeklerde en sık rastlanan kanser türlerindendir.

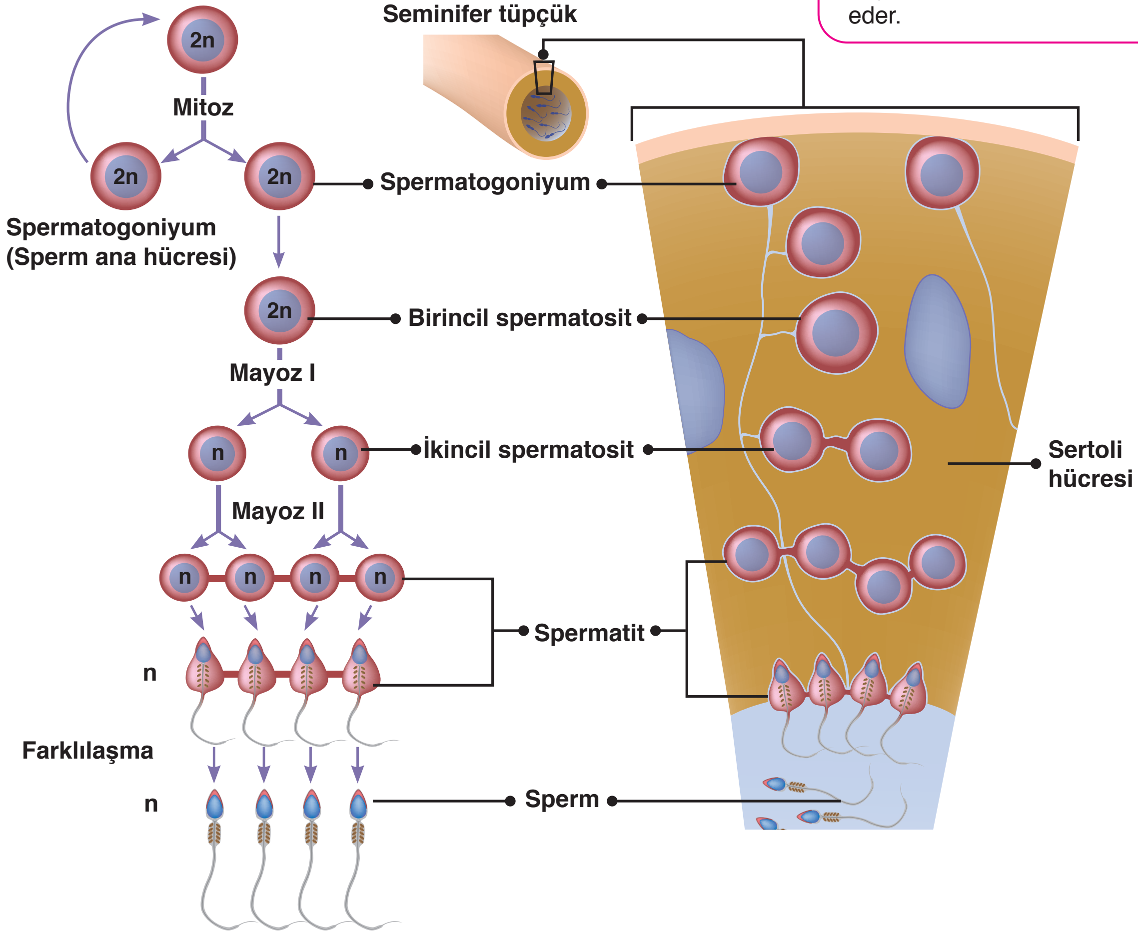
SPERMATOGENEZ

Testislerdeki seminifer tüpçüklerde sperm ana hücrelerinden (spermatogoniyum) mayoz ile spermlerin oluşumuna **spermatogenez** denir. Ergenlik dönemiyle birlikte seminifer tüpçüklerin dış kısmına yakın bulunan spermatogoniyumlar mitoz ile hızla çoğalır. Bir taraftan hücreler mitozla çoğalmaya devam ederken bazı spermatogoniyumlar da mayoz geçirmek için **birincil spermatositlere** farklılaşır. Mayoz I sonunda 2n kromozomlu her birincil spermatositten iki tane n kromozomlu hücre oluşur. Bu hücreler **ikincil spermatosit** adını alır. Bu hücrelerin her birinden de Mayoz II sonunda ikişer hücre oluşur. Mayoz geçiren her spermatogoniyumdan yaklaşık olarak eşit büyüklükte 4 tane **spermatit** adı verilen hücre oluşur. Spermatitler bol sitoplazmalı, n kromozomlu ve küre şekilli hücrelerdir.

Spermatitlerin uzayıp farklılaşmasıyla spermler meydana gelir. Olgunlaşması tam olarak tamamlanmamış spermler seminifer tüpçüklerin ortasındaki boşluğa geçer, buradan olgunlaşmasını tamamlamak ve hareket yeteneği kazanmak üzere epididimise gelir. Üretilen spermlerin bir kısmı epididimis kanalında bulunurken büyük çoğunluğu vas deferenste depolanır. Görsel 1.128'de spermatogenez gösterilmiştir.

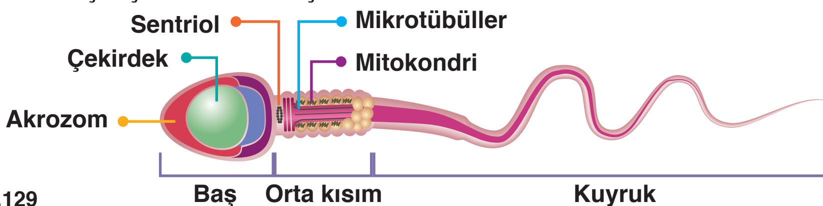
MERAKLISINA

Spermatogoniyumdan olgun spermin oluşumu yaklaşık 74 gün sürer. Genç yetişkin bir erkek birey günde yaklaşık 120 milyon sperm üretir. Erkeklerde sperm üretimi yaşlılıkta azalarak devam eder.



Görsel 1.128
Spermatogenez

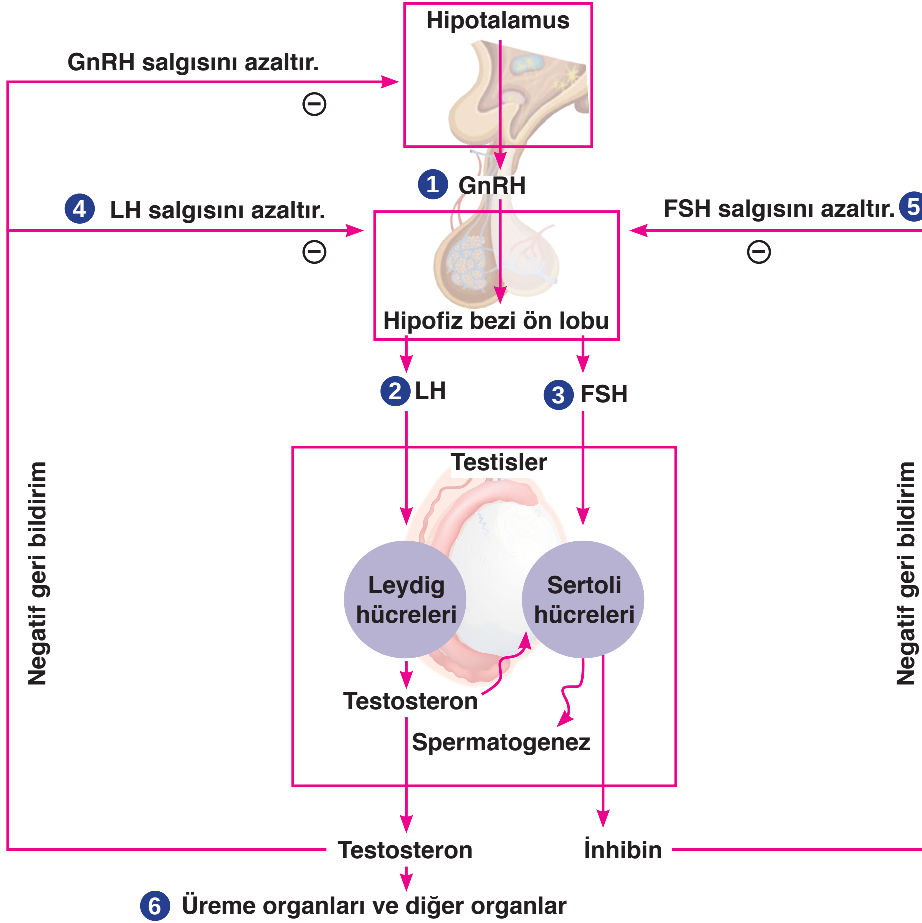
Sperm; **baş**, **orta kısım** ve **kuyruk** olmak üzere üç bölümden oluşur (Görsel 1.129). Spermatitlerin sperm şeklinde farklılaşması sürecinde çekirdeğin hacmi küçülür, yoğunluğu artar ve sitoplazmanın büyük kısmı kaybedilir. Spermin baş kısmının ön ve uç tarafında Golgi aygıtından oluşan **akrozom** adı verilen bir kese bulunur. Akrozom içindeki hidrolitik enzimler, döllenme sırasında spermin yumurtaya girmesinde rol oynar. Çekirdeğin arka kısmında yani akrozomun zıt tarafına sentrioller yerleşir. Sentriollerden biri gelişerek içinde mikrotübül flamentlerinin bulunduğu kuyruğu oluşturur. Kuyruğun hareketi için gerekli enerjiyi sağlayacak olan mitokondriler baş ve kuyruk arasında yer alan bölgede toplanıp kalınlaşmış orta kısmı oluşturur.



Görsel 1.129
Spermin yapısı

ERKEK ÜREME SİSTEMİNİN HORMONAL KONTROLÜ

Erkek üreme sistemi ve spermatogenez üzerindeki hormonal kontrol; hipotalamus, hipofiz bezi ve testisler arasındaki geri bildirim mekanizmasıyla düzenlenir (Şema 1.6).



Şema 1.6: *Erkek üreme sisteminin hormonal kontrolü*

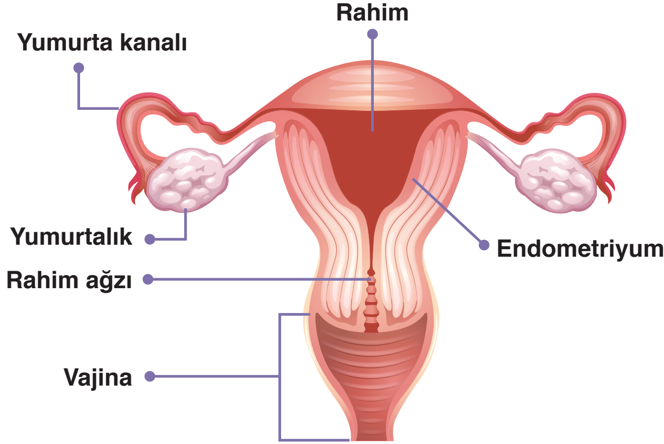
Hipotalamustan salgılanan GnRH (gonadotropin salgılatıcı hormon) hipofiz bezinin ön lobunu FSH ve LH salgılaması için uyarır 1. LH hormonu testislerdeki Leydig hücreleri üzerinde etkilidir. Buradan testosteron hormonu ve diğer androjenlerin üretimini ve salınımını uyarır. Testosteron hormonu seminifer tüpçüklere geçerek spermatogenezi hızlandırır 2. FSH ise seminifer tüpçüklerdeki sertoli hücrelerini uyarır. Sertoli hücreleri, testosteron hormonunun seminifer tüpçüklere geçmesi için gerekli maddeleri salgılar ve spermleri besler 3.

Testislerde artan spermatogenezle birlikte iki negatif geri bildirim mekanizması devreye girer. Bunlardan birisi kanda miktarı artan testosteron hormonunun hipotalamus ve hipofiz bezi ön lobunu uyarmasıdır. Hipotalamusun GnRH salgısı azaldıkça hipofiz bezinden FSH ve LH salgısı da azalır. Testislerde üretilen testosteron hormonu azalır, sperm üretimi yavaşlar 4. Diğer bir negatif geri bildirim mekanizması ise artan spermatogenez üzerine sertoli hücrelerinin **inhibin hormonunu** salgılamasıdır. Kanda miktarı artan inhibin hormonu hipofiz bezinin ön lobuna etki ederek FSH salgısını azaltır 5.

Ergenlik dönemi ve sonrasında testosteron hormonu salgısındaki artış ile sperm üretiminin yanında erkeğe özgü ikincil cinsiyet karakterlerinin oluşması ve korunması da sağlanır. Testosteron hormonu; hücrelerde protein sentezini dolayısıyla hücre bölünmelerini hızlandırır, eşey organları ve yardımcı bezlerin büyümesini sağlar. Kas gelişimi, kemik büyümesi, kemiklerde kalsiyum depolanması, sakal, bıyık oluşumu ve sesin kalınlaşması üzerine etkilidir 6.

DİŞİ ÜREME SİSTEMİ

Dişi üreme sistemi; **yumurtalıklar** (ovaryumlar), **yumurta kanalları** (fallop tüpleri, oviduktlar), **rahim** (döl yatağı, uterus), **rahim ağzı** (serviks) ve **vajinadan** oluşur (Görsel 1.130). Dişi üreme sistemi; yumurta hücresinin oluşmasını, döllenme sonrası embriyo gelişimi için uygun ortam hazırlanmasını ve eşey hormonlarının üretilmesini sağlar.



Görsel 1.130
Dişi üreme sistemi

Yumurtalıklar (ovaryumlar); vücudun ön tarafında karın boşluğunun altında, rahmin her iki yanında bulunan, ligamentlerle rahme tutunan badem şeklinde bir çift organdır. Yumurtalıklarda mayozla dişi gamet olan yumurta hücresinin üretimi ile östrojen ve progesteron hormonlarının üretimi gerçekleşir. Yumurtalıklarda bol miktarda **folikül** adı verilen yapılar yer alır. Her bir folikül, yumurta hücresine dönüşecek bir hücre ve onu çevreleyen destek hücrelerinden oluşur. Destek hücreleri, yumurtanın oluşumu ve gelişimi sırasında yumurtayı besler ve korur. Folikül hücreleri aynı zamanda östrojen hormonunu da salgılar. Yeni doğan dişi bebeğin yumurtalıklarında yaklaşık iki milyon folikül bulunur. Bu sayı ergenlik dönemine gelindiğinde yıkım olayları ile 300 bine düşer. Dişilerde ergenlik dönemiyle başlayan yumurta üretimi genellikle 46-54 yaşlarında **menopoz** adı verilen dönemle sonlanır. Erkeklerdeki sperm üretiminde olduğu gibi ömür boyu sürmez. Üreme dönemi boyunca foliküllerin ancak 500 kadarı tam olarak olgunlaşır ve yumurta üretiminde kullanılır, geri kalanlar ise yıkılarak yok edilir.

Yumurta kanalları (fallop tüpleri, oviduktlar), yaklaşık 12 cm uzunluğunda olup yumurtalıklar ile rahim arasında bulunan tüp şeklindeki yapılardır. Rahim tarafında saç teli kadar dar olan bu tüp, yumurtalıklara doğru genişler. Yumurtalık yakınındaki ucu huniye benzer ve karın boşluğuna açılır.

Yumurtalıklardan karın boşluğuna bırakılan yumurta, yumurta kanalına geçer. Yumurta kanalının iç yüzeyi silli epitel hücrelerden ve bunlar arasına yerleşmiş salgı yapan hücrelerden oluşur. Yumurta kanalına geçen yumurta, döllenme olup olmamasına bakılmaksızın silli epitel hücrelerin ve düz kasların hareketi ile rahme doğru taşınır. Yumurtanın spermle döllenmesi ve zigot oluşumu yumurta kanalında olur. Zigotun ilk hücre bölünmeleri de bu kanalda gerçekleşir.

Rahim (döl yatağı, uterus); karın boşluğunun alt kısmında, idrar kesesinin arkasında yer alan, baş aşağı duran armut biçiminde, esnek, kalın ve kaslı, içi boşluklu bir organdır. Eğer döllenme gerçekleşirse embriyo rahim içinde gelişir. Rahmin iç tabakası olan **endometriyum**, epitel hücrelerden oluşur ve zengin kan damarı ağına sahiptir. Rahmin aşağıda daralarak vajinaya açıldığı boyun kısmına **rahim ağzı** (serviks) adı verilir.

Vajina; dişi üreme sisteminin dışarı ile bağlantısını sağlayan, kaslı esnek bir yapıdır. Döllenmemiş yumurtanın ve doku fazlalıklarının dışarı atıldığı, çiftleşme sırasında spermlerin bırakıldığı kısımdır. Eğer gebelik gerçekleşmiş ise bebeğin doğum kanalı olarak da görev yapar. Vajina, üretra ile bağlantılı değildir. Bu nedenle dişilerde döllenmemiş yumurta ile idrarın vücut dışına atıldığı açıklıklar farklıdır.

MERAKLISINA

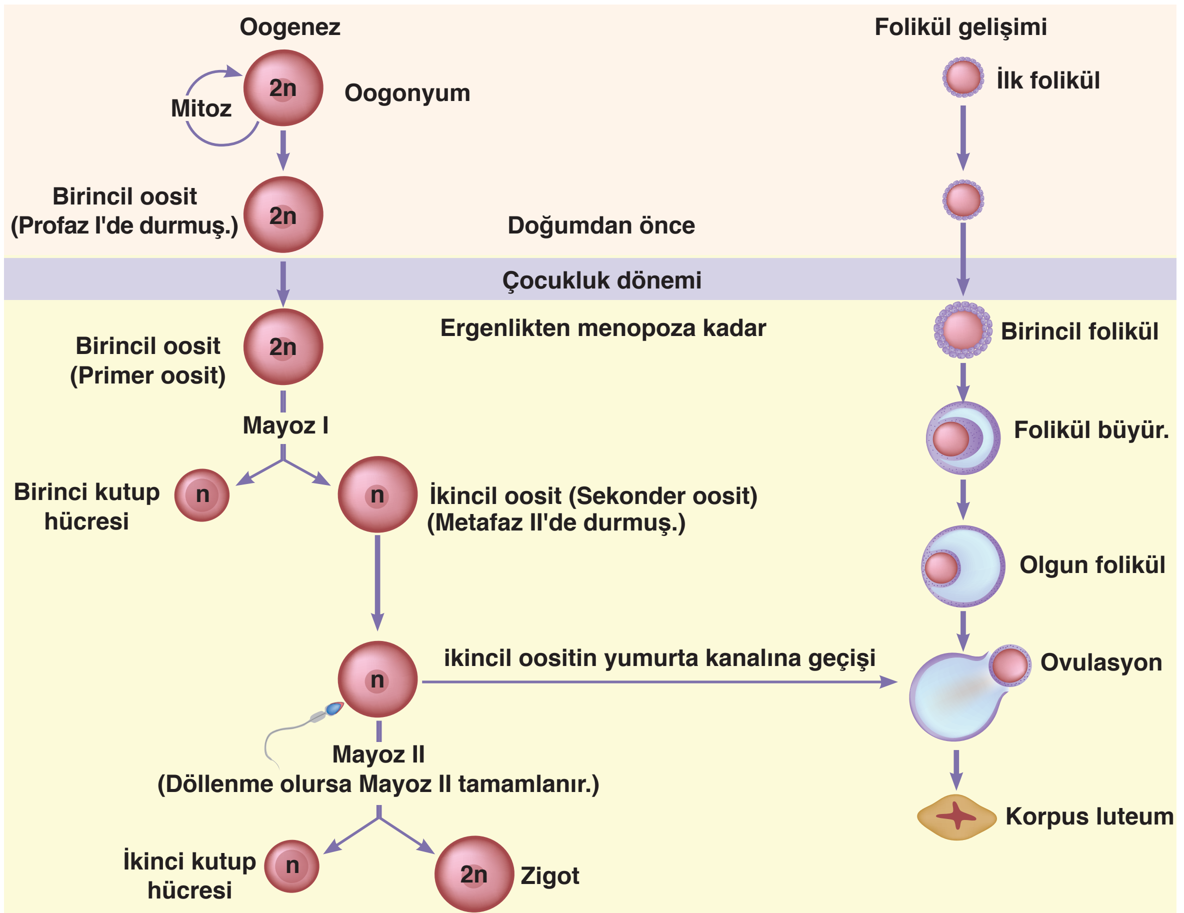
Serviks kanseri kadınlarda sık görülen bir kanser türüdür. Smear testi ile kanserin erken dönemde tespitinin yapılması ölüm oranını düşürmektedir. Smear testi ayrıca enfeksiyon hastalıklarının teşhisine ve endometriyum kanserinin erken dönemde tespitine yardımcı olmaktadır.

OOGENEZ

Yumurtalıklardaki **oogonyum** adı verilen yumurta ana hücresinden mayoz ile yumurta hücresinin oluşturulmasına **oogenez** denir. Dişi bireylerde yumurta hücresinin üretim süreci embriyonik gelişim döneminde anne rahminde başlar. Daha embriyonik gelişimin birinci ayında yumurtalık taslağına göç eden hücrelerin farklılaşmasıyla oluşan oogonyumlar mitozla milyonlarca hücre oluşturur. Gebeliğin üçüncü ayından itibaren oogonyumlar mayozun profaz I evresine girmeye başlar ve mayoz bu aşamada durdurulur. Ergenlik dönemine kadar mayozun diğer safhalarına geçilmez. Profaz I evresinde bekleyen bu hücrelere **birincil oosit** adı verilir. Bu hücrelerin etrafı desteklik sağlayan **folikül hücreleri** ile çevrilidir.

Erkeklerde görülen spermatogenezden farklı olarak dişilerde görülen oogenez ayda bir kez gerçekleşir. Ergenlik dönemiyle birlikte hipotalamusun ürettiği GnRH etkisiyle hipofiz bezi ön lobundan FSH salgılanır. FSH yumurtalıklardaki foliküllerin büyümesini uyarır. Folikül içindeki birincil oosit hücresi de büyür ve gelişir. Büyüyen folikül içindeki 2n kromozomlu birincil oosit mayoz I'i tamamlayarak ikiye bölünür. Sitokinez sonucunda oluşan n kromozomlu bu hücrelerin sitoplazma miktarları eşit değildir. Sitoplazmanın büyük çoğunluğunu alan hücre **ikincil oosit** adını alır. Çok küçük sitoplazmalı ve işlevsiz olan diğer hücreye **birinci kutup hücresi** denir. Bu hücre zamanla kaybolur.

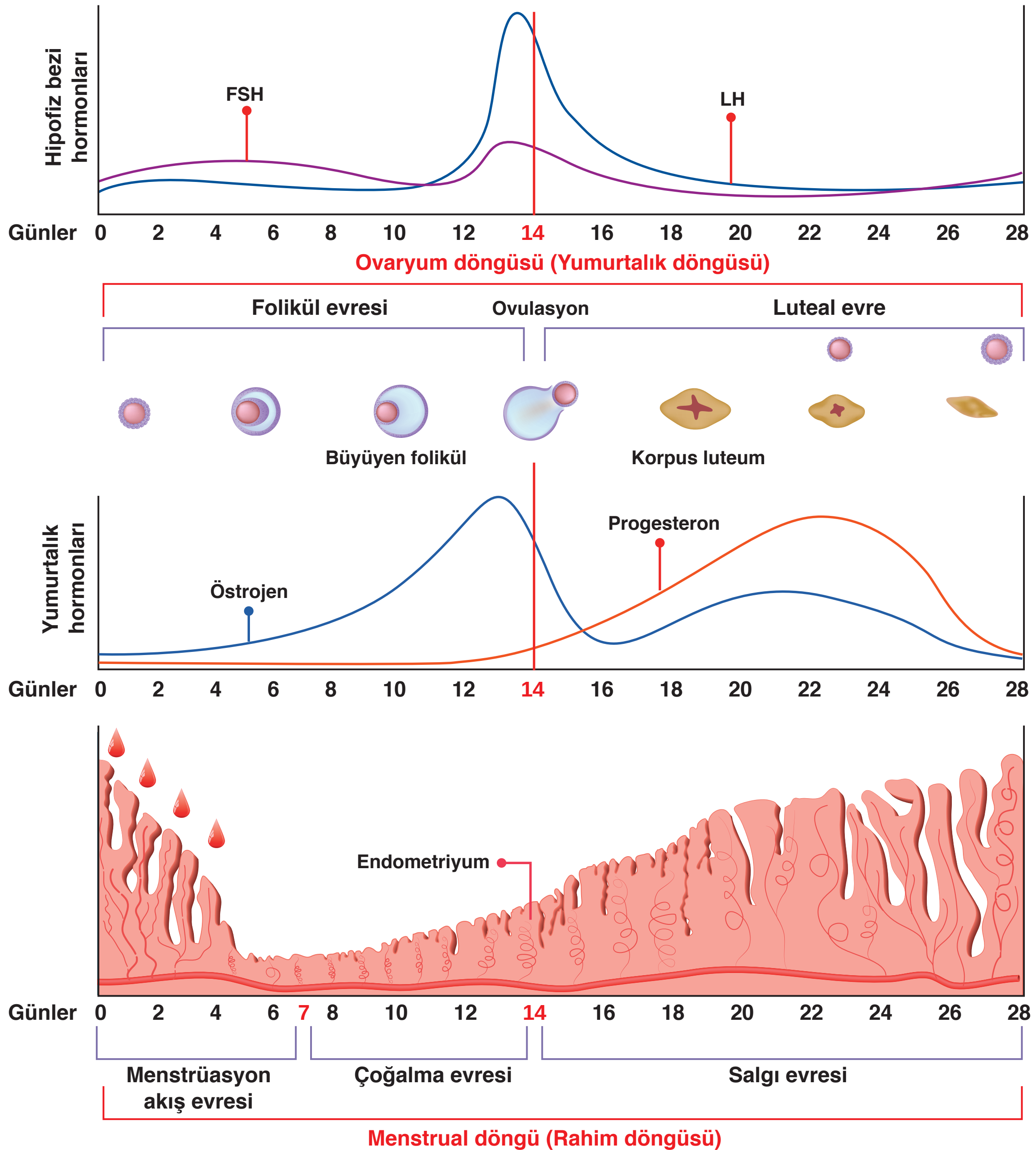
İkincil oosit, mayoz II evresine başlar ancak metafaz II evresinde bölünme durdurulur. İkincil oosit bu evrede folikül duvarının yırtılması ile yumurta kanalına bırakılır. Yumurta kanalına geçen ikincil oosit mayoz II'yi ancak içine bir sperm hücresi girerse tamamlar ve ikiye bölünür. Sonuçta yine bol sitoplazmalı **yumurta hücresi** ve az sitoplazmalı **ikinci kutup hücresi** oluşur. İşlevsiz olan kutup hücresi kaybolur ve spermle döllenen yumurta hücresi zigotu oluşturur. Görsel 1.131'de oogenez ve folikül gelişimi gösterilmiştir.



Görsel 1.131
Oogenez ve folikül gelişimi

MENSTRUAL DÖNGÜ

Ergenlik dönemiyle birlikte gerçekleşen yumurta oluşumu ve buna bağlı olarak dişiyi hamileliğe hazırlamak için rahimde meydana gelen değişiklikler belirli periyotlarla tekrarlanır. Üreme döngüsü olarak ifade edilen bu olaylar hipotalamus, hipofiz bezi ve yumurtalık hormonlarının etkisiyle yaklaşık 28 günde bir gerçekleşir. Üreme döngüsü; **ovaryum döngüsü** ve **menstrual döngü** olmak üzere birbiri ile ilişkili ve eş zamanlı gerçekleşen iki döngüyü içerir. Ovaryum döngüsü yumurtalıklarda meydana gelen değişiklikleri içeren **folikül evresi**, **ovulasyon** ve **luteal evreden** (korpus luteum evresi) oluşur. Menstrual döngü ise rahimde meydana gelen değişiklikleri ifade eder. **Menstrüasyon akış evresi**, **çoğalma evresi** ve **salgı evresi** olmak üzere üç döneme ayrılır. Görsel 1.132'de hipofiz bezi ve yumurtalık hormonlarının miktarındaki değişikliklere bağlı olarak üreme döngüsünde meydana gelen olaylar gösterilmiştir.



Görsel 1.132
Dişilerde üreme döngüsü ve hormonal değişim

Üreme döngüsü hipotalamustan salgılanan GnRH'ın (gonadotropin hormonu) hipofiz bezi ön lobunu uyarması ile başlar. Hipofiz bezi az miktarda FSH ve LH salgılar. FSH, LH ile birlikte yumurtalıklarda folikül büyümesini uyarır. **Folikül evresi** denilen bu evrede yumurtalıklarda her ay 6-12 adet folikül, hücre bölünmesi ile büyümeye başlar. Büyüyen folikül içindeki birincil oosit hücresi de folikül hücrelerinden sağlanan gerekli besinler, büyüme faktörleri ve hormonal uyarılarla büyür, mayoz I'i tamamlayarak ikincil oositi oluşturur.

Büyüyen folikül hücrelerinden östrojen hormonu salgılanır. Östrojen hormonu rahmi uyararak endometriyum tabakasındaki mitozu hızlandırır. Artan östrojen hormonu oranında endometriyum tabakasının kalınlığı da artar. Menstrual döngünün **çoğalma evresi** olan bu evrede rahim duvarı embriyonun yerleşmesi için uygun hâle gelmeye başlar.

Foliküller büyüdükçe kandaki oranı artan östrojen hormonu, hipotalamusun GnRH salgısı ile hipofiz bezinin FSH ve LH salgısını artırır (pozitif geri bildirim). Bu artış folikülleri daha da olgunlaştırır, folikül içindeki sıvı dolu boşluk daha da genişler. Boyutu büyüyen ve olgunlaşan foliküllerden birisi baskın hâle gelir, yumurtalık yüzeyine yaklaşır ve burada bir şişkinlik oluşturur.

Artan östrojen hormonunun LH salgısı üzerine etkisi FSH salgısından daha fazladır. Fazla miktardaki salgılanan LH nedeniyle yumurtalık yüzeyine bitişik durumdaki folikül yırtılır. İkincil oosit etrafını çevreleyen bir miktar folikül hücresi ile birlikte yumurta kanalına geçer. Bu evreye **ovulasyon** (yumurtlama) denir. Ovulasyon olayı 28 günde bir tekrarlanan üreme döngüsünün ortasında 14. günde gerçekleşir. Ovulasyondan sonraki 24 saat içinde ikincil oosit döllenme yeteneğini kaybeder. Bu zaman diliminde spermle karşılaşırsa döllenme ihtimali yüksektir.

Ovaryum döngüsünün ovulasyondan sonraki evresi **luteal evre**dir. Yumurtalıkta kalan yırtılan folikül parçaları LH etkisiyle korpus luteum denilen yapıya dönüştürülmek üzere uyarılır. **Korpus luteum** yaklaşık iki hafta varlığını sürdürür ve bir endokrin bez olarak görev yapar. Progesteron ve östrojen hormonlarını üretir. Artan östrojen ve progesteron hormonları hipotalamusun GnRH ve hipofiz bezinin FSH ve LH salgılarını azaltır (negatif geri bildirim). Bu durum yumurtalıklarda yeni bir folikülün gelişimini ve ikincil oosit oluşumunu engeller. Korpus luteumdan inhibin hormonu da salgılanır. Bu hormonun da hipofiz bezi üzerine negatif geri bildirim etkisi vardır. Bu etki daha çok FSH, az miktarda da LH üzerinedir.

Korpus luteumdan salgılanan hormonlarla rahim duvarının gelişimi ve sürekliliği sağlanır. Folikül evresinde salgılanan östrojen hormonu etkisiyle kalınlaşmaya başlayan endometriyum tabakası, bu evrede östrojen ve özellikle progesteron hormonu ile daha da kalınlaşarak süngerimsi hâle gelir. Endometriyumdaki kan damarları genişler, buraya gelen kan miktarı artar. Salgı yapan bezler büyür ve salgıları artar. Menstrual döngünün **salgı evresi** olan bu evrede yapılan düzenlemelerle rahim içi olası bir gebelik için embriyonun yaşamasına uygun hâle gelir.

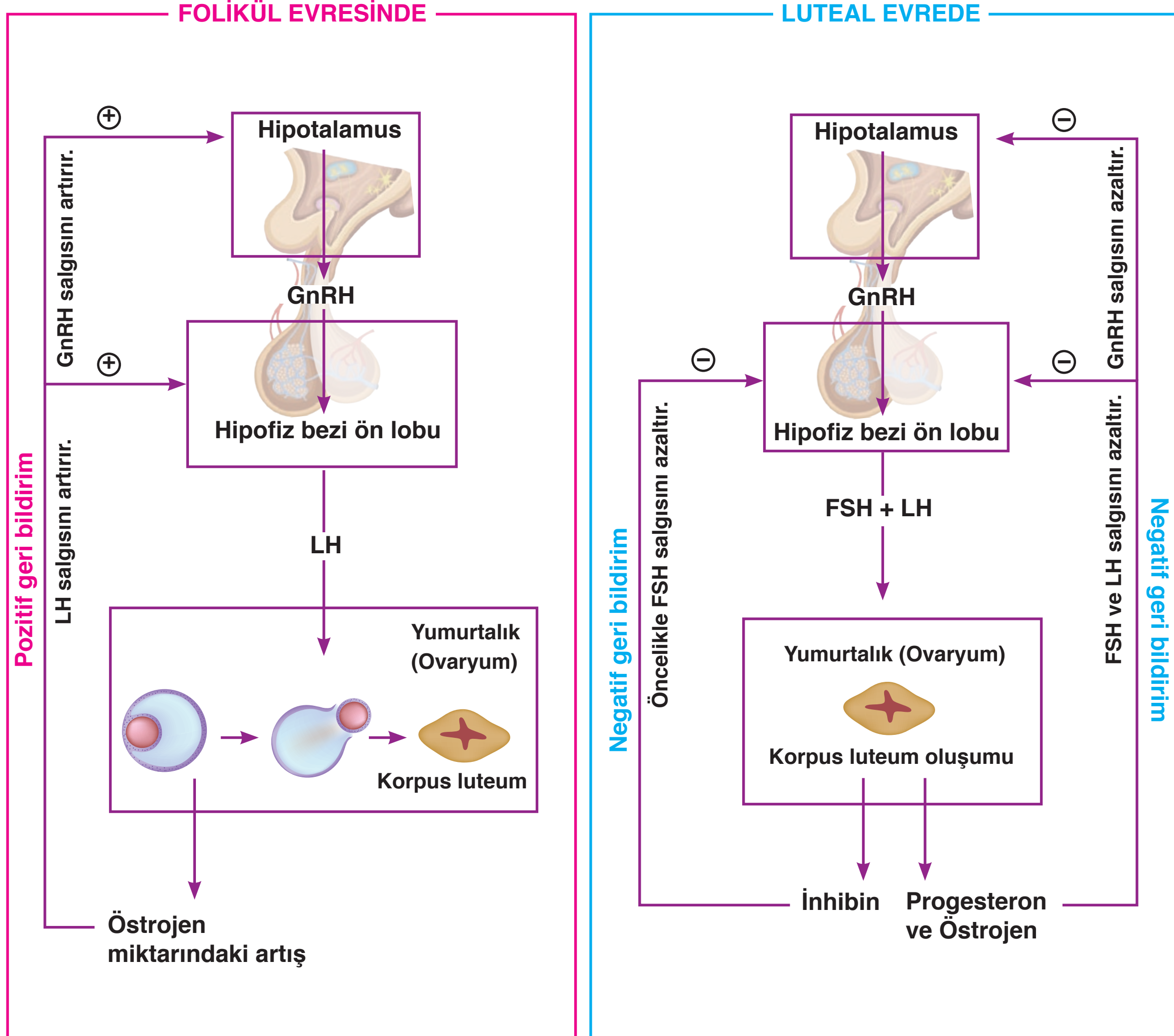
Korpus luteumun devamlılığı döllenmenin olup olmamasına bağlıdır. Eğer döllenme gerçekleşirse endometriyum tabakasına yerleşen embriyo tarafından **insan koriyonik gonadotropin (hCG) hormonu** salgılanır. Bu hormon LH etkisi gösterir ve korpus luteumun devamlılığını sağlar. Korpus luteum da progesteron ve östrojen salgısını devam ettirir. Böylelikle endometriyum tabakası gelişir ve yapısı bozulmadan korunur. hCG hormonu sadece hamile kadınların kanında bulunduğundan gebelik testinde kan ve idrardaki varlığına bakılır.

Eğer döllenme gerçekleşmezse luteal evrenin sonlarına doğru kandaki düşük LH ve FSH miktarı nedeniyle korpus luteumun yapısı bozulur. Bu durum kandaki progesteron ve östrojen seviyesini hızla düşürür. Bu ani hormon azalması ile hipotalamus ve hipofiz bezi üzerindeki baskılayıcı negatif geri bildirim etkisi ortadan kalkar. Hipotalamusun GnRH salgısı ile hipofiz bezinin FSH ve LH salgıları artar, yumurtalıklarda yeni foliküllerin gelişeceği folikül evresi ile döngü tekrar başlar.

Yumurtalık hormonlarındaki ani düşüşün rahimde gerçekleşen menstrual döngü üzerine de etkileri bulunur. Endometriyumdaki kan damarları daralır, buraya gelen kan akışı yavaşlar. Besin ve oksijen azlığı nedeniyle kılcal damar yönünden zengin olan endometriyum dokusu parçalanır. **Menstrüasyon akış evresi** (menstrüasyon, aybaşı, adet kanaması) denilen yaklaşık 4-7 gün süren bu evrede parçalanmış dokular, dokuların salgıları ve damarlardaki kan vajinadan dışarı atılır. Rahim yeni bir döngüye hazırlanır. Menstrüasyon olayının birinci günü rahim ve yumurtalıklarda gerçekleşen döngülerin başlangıcı kabul edilir.

DİŞİ ÜREME SİSTEMİNİN HORMONAL KONTROLÜ

Dişi üreme sistemi ve oogenez üzerindeki hormonal kontrol; hipotalamus, hipofiz bezi ve yumurtalık arasındaki geri bildirim mekanizması ile düzenlenir. GnRH, gonadotropinler (FSH, LH) ve eşey hormonları arasındaki etkileşimlerle ergenlik ve menopoz arasındaki dönemde gerçekleşen dişilerdeki üreme döngüsü kontrol edilir (Şema 1.7).



Şema 1.7: *Dişi üreme sisteminin hormonal kontrolü*

Folikül hücrelerinde bulunan FSH ve LH reseptörleri sayesinde östrojen yapımı uyarılır ve salgısı hızlanır. Kanda bulunan östrojen miktarının hemen hemen tamamı yumurtalık kaynaklıdır. Östrojen FSH salgısını azaltır. LH salgısı üzerine ise bazı durumlarda artırabilen (pozitif geri bildirim) bazı durumlarda da azaltabilen etkiye sahiptir (negatif geri bildirim).

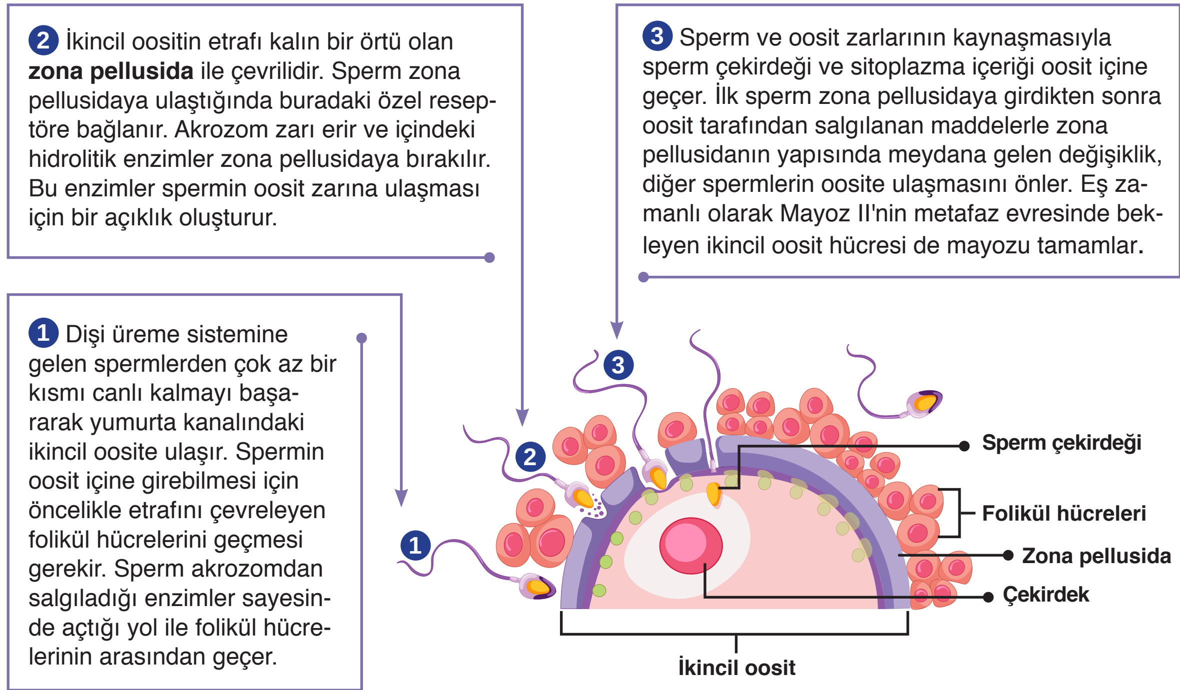
Folikül evresinin büyük bir kısmında kandaki östrojen hormonu hafif artış gösterir. Düşük miktardaki östrojen hormonunun hipofiz bezinin FSH ve LH salgısı üzerine engelleyici etkisi vardır. Folikül evresinin sonlarına doğru östrojen miktarındaki artış pozitif geri bildirimle LH salgısının artmasına neden olur (pozitif geri bildirim). Hipotalamustan salgılanan GnRH'ın hipofiz bezi ön lobunu uyarmasıyla FSH miktarında da bir miktar artış gerçekleşir. LH'ın tepe değerine ulaşmasıyla ovulasyon gerçekleşir.

Luteal evrede ise korpus luteumdan salgılanan yüksek miktarlardaki östrojen, progesteron ve inhibin hormonu hipotalamus ve hipofiz bezi üzerine baskılayıcı etki yapar. Yüksek miktarda progesteron LH salgısını engellerken östrojenin inhibe edici etkisini güçlendirir. İnhibin hipofiz bezi ön lobundan FSH salgılanmasını azaltır. Korpus luteumun bozulup kaybolmaya başlaması ile bu etki ortadan kalkar.

Östrojen hormonu dişi üreme organlarının gelişimi ve dişi üreme faaliyetlerini uyarma görevleri yanında dişiye özgü ikincil cinsiyet karakterlerinin oluşumu ve korunmasından sorumludur. Meme dokusunun büyümesi, süt kanallarının gelişimi, deri altı, kalça, meme dokusu gibi yapılarda yağ depolanması, kemik gelişimi, boy uzaması gibi görevleri vardır.

DÖLLENME

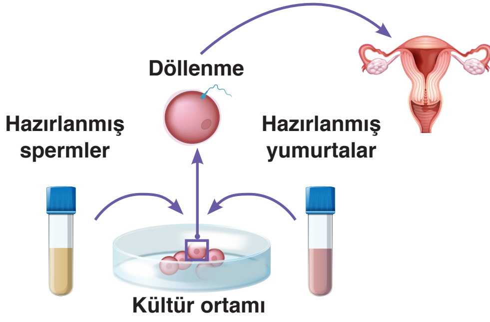
Ovulasyondan sonra etrafı folikül hücreleri ile çevrili hâlde olan ikincil oosit, yumurta kanalına geçer. Spermler vücut sıcaklığında en çok 24-48 saat yaşayabilir. Yumurta kanalında ikinci oositin sperm ile birleşmesi sırasında gerçekleşen olaylar Görsel 1.133'te verilmiştir.



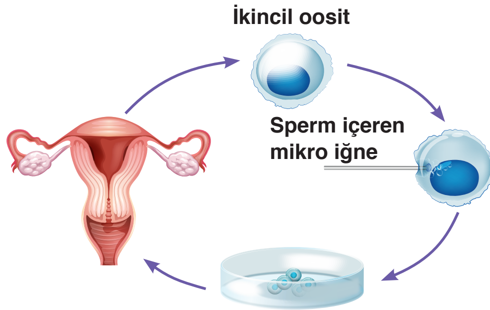
Görsel 1.133
Döllenme sırasında gerçekleşen olaylar

Haploit kromozomlu (n) sperm çekirdeği ve haploit kromozomlu (n) yumurta çekirdeğinin kaynaşmasıyla diploit kromozomlu (2n) zigot oluşur. Bu olaya **döllenme** (fertilizasyon) denir. Zigot embriyoyu oluşturmak için arka arkaya mitoz geçirmeye başlar. Bir taraftan da yumurta kanalındaki hücrelerin sil hareketleri ve düz kaslarının kasılıp gevşemesi ile pasif olarak rahme doğru ilerler.

Herhangi bir nedenle çiftlerin çocuk sahibi olamaması durumuna **kısırlık** denir. Dişilerde hipofiz bezi hormonlarının az salgılanmasına bağlı olarak ovulasyonun gerçekleşmemesi, endometriyum yapısındaki anormallikler, yumurta kanalının tıkalı olması gibi durumlarda kısırlık görülebilir. Erkeklerde ise sperm sayısının azlığı, sperm taşıyan kanallardaki yapısal bozukluklar gibi durumlar kısırlık sebebidir. Geliştirilen üreme teknolojileri ile sorunun kaynağına yönelik tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Hormon tedavisi ile yumurta ve sperm sayısı artırılmakta, cerrahi operasyonlarla üreme yollarındaki sorunlar çözülmektedir.



Görsel 1.134
İn vitro fertilizasyon tekniğinde uygulama



Görsel 1.135
İntrasitoplazmik sperm enjeksiyonu

Bunların yanında günümüzde birçok çift **yardımcı üreme teknolojileri** (ART) adı verilen uygulamalarla çocuk sahibi olabilmektedir. Bu teknoloji; yumurtalıklardan yumurtanın alınması, vücut dışında sperm ile döllenmesi, döllenmiş yumurtanın ya da yumurta-sperm karışımının gelişim için dişi üreme sisteminde uygun yere yerleştirilmesi aşamalarını kapsar. **İn vitro fertilizasyon tekniği** (IVF) bu tekniklerden biridir. IVF yönteminde dişiye verilen hormonlarla yumurtalıklarda çok sayıda folikül geliştirilir. Foliküllerden toplanan ikincil oositler ile erkekten alınan spermlerin vücut dışında kültür ortamında döllenmesi sağlanır. Döllenmiş yumurtalar en az sekiz hücreli yapı oluşturduktan sonra annenin rahmine yerleştirilir ya da daha sonraki gebelik denemeleri için dondurularak saklanır (Görsel 1.134).

Spermlerin yumurtayı dölleme şansını artırmak için geliştirilen IVF tekniklerinden birisi **intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu** (ICSI) yöntemidir. Spermatitin ya da spermin baş kısmı mikro iğne içine çekilir ve doğrudan oositin içine enjekte edilerek döllenme sağlanır. İlk bölünmelerini vücut dışındaki kültür ortamında gerçekleştiren embriyo, anne rahmine yerleştirilir (Görsel 1.135).

7.2. ÜREME SİSTEMİNİN SAĞLIKLI YAPISININ KORUNMASI

Üreme sisteminin sağlıklı yapısının korunması için diğer sistemlerde olduğu gibi genel sağlık kurallarına dikkat etmek önemlidir. Dengeli, düzenli ve yeterli beslenmek, fiziksel aktiviteler yapmak, tütün ve tütün mamullerinden uzak durmak, alkollü içecekler tüketmemek gerekir. Kişisel temizlik kurallarına uyulmalıdır. Dış üreme organları temiz ve kuru tutulmalı, pamuklu iç çamaşırlar tercih edilmeli ve her gün değiştirilmelidir.

Düzenli sağlık kontrolleri birçok hastalığın erken teşhis ve tedavisi için önemlidir. Kanser tarama testleri ile hastalıkların ilerlemesi ve önlenmesi mümkündür. Üreme organlarının yapısı ve şekli ile ilgili gözlemlenen farklılıklar, kadınların üreme döngüsündeki düzensizlikler gibi durumlar ihmal edilmemeli, uzman bir doktora gidilmelidir.

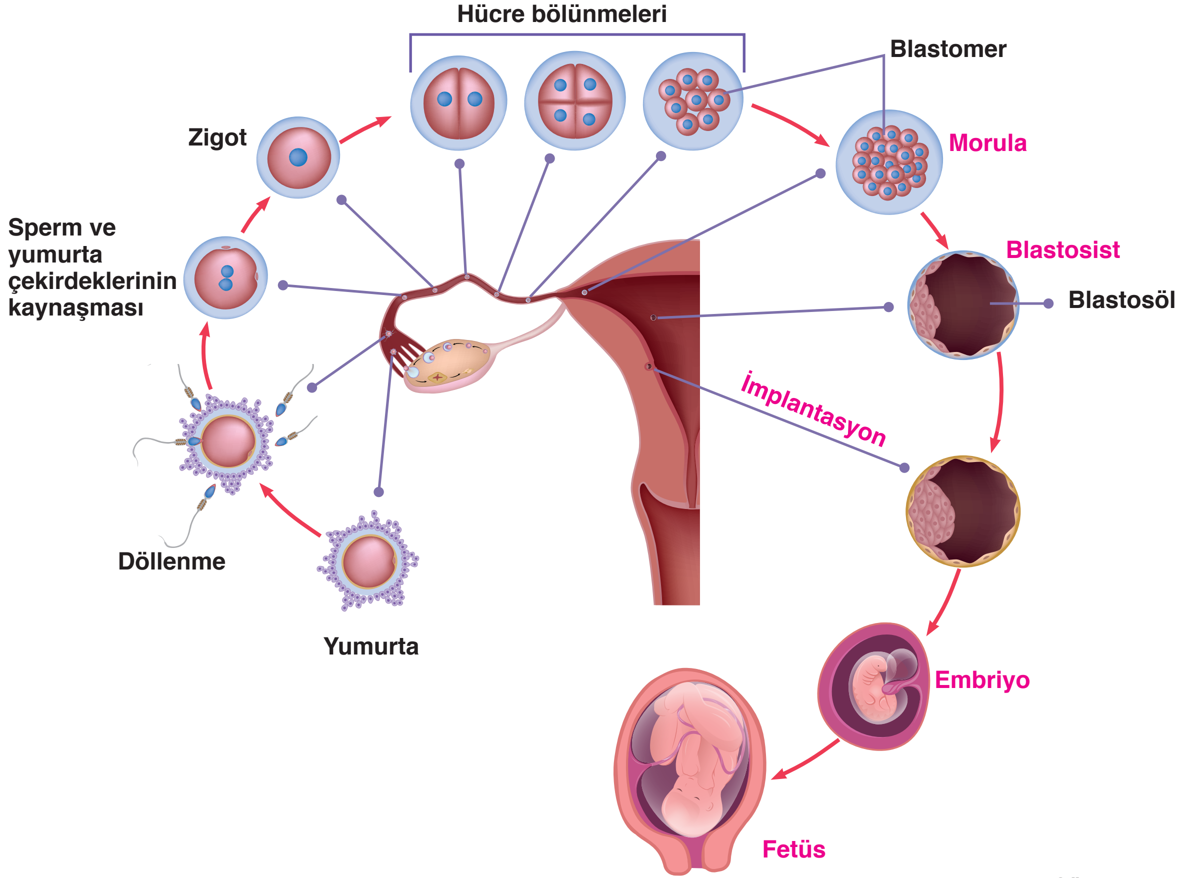
Sağlık Bakanlığının konu ile ilgili sağlık eğitimi hizmetlerinden yararlanmak, doğru bilgi almak açısından önemlidir. Ergenlik ve yetişkinlik dönemlerinde yeterince ve doğru bilgilendirmenin yapılmaması özellikle cinsel yolla bulaşan hastalıklar olmak üzere birçok üreme sistemi hastalığının görülme nedenidir. AIDS, hepatit B, hepatit C, bel soğukluğu, frengi, genital organ siğili, genital herpes gibi cinsel yolla bulaşan hastalık risklerine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.

KENDİNİ GELİŞTİR

- İl ya da ilçe sağlık müdürlüklerinin üreme sistemiyle ilgili verdiği sağlık eğitimi hizmetleri konusunda araştırma yapınız. Üreme sisteminin sağlıklı yapısının korunması ile ilgili aşağıda verilen başlıkları da içeren konular hakkında bulunduğunuz bölgedeki bir sağlık kuruluşundan bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgileri derleyip bir poster / afiş hazırlayınız. Hazırladığınız posteri EBA portfolyoda paylaşınız.
  - » Cinsel yolla bulaşan hastalıkların neler olduğu
  - » Üreme sistemi hastalıklarının bulaşmasında cinsel yollar dışındaki bulaşma nedenleri
  - » Cinsel yolla bulaşan hastalıklardan korunmanın toplum sağlığı için önemi
  - » Cinsel yolla bulaşan hastalıklardan korunma yolları

7.3. İNSANDA EMBRİYONİK GELİŞİM SÜRECİ

Embriyonik gelişim, döllenmenin ardından zigot oluşumu ile başlar. **Büyüme** ve **gelişme** ile yeni bir bireyin oluşmasıyla sonuçlanan olaylar dizisini kapsar. Büyüme, mitoz ile hücre sayısındaki artışı ifade ederken gelişme, doku ve organların oluşması ve olgunlaşması sürecinde geçirdiği değişiklikleri ifade eder. Embriyonik gelişim sırasıyla; **segmentasyon**, **gastrulasyon** ve **organogenez** evrelerinden oluşur (Görsel 1.136).



Görsel 1.136
Embriyonik gelişim

Segmentasyon evresi, zigotun arka arkaya mitoz geçirmesiyle bir hücre kitlesine dönüştüğü evredir. Segmentasyon yumurta kanalında başlar. Bölünme sonucunda oluşan hücrelere **blastomer** adı verilir. Birbirine gevşek bir şekilde bağlanmış hâlde olan hücreler bölünmeye devam ederek yumurta kanalının sil hareketi ve kas kasılmaları ile rahme doğru ilerler. Hücre büyümesi gerçekleşmediği için her bölünmeden sonra blastomerlerin boyutu gittikçe küçülür. Ardı sıra gerçekleşen bölünmelerle küre şeklinde yoğun bir hücre topluluğu olan **morula** oluşur. Zona pellusida ile örtülü olan morula, boyut olarak zigotla aynı büyüklüktedir. Bir süre sonra moruladaki hücreler ortada boşluk oluşturacak şekilde kürenin kenarına doğru hareket eder. Embriyonik gelişimin bu evresindeki yapıya **blastosist** adı verilir. Blastosistin içindeki sıvı dolu boşluğa **blastosist boşluğu** (blastosöl) denir. Daha sonra blastosist hücrelerinden bir kısmı blastosöl içine toplanarak **iç hücre kitlesini** oluşturur. İç hücre kitlesi blastosistin embriyoya dönüşecek olan kısmıdır. Blastosistin iç hücre kitlesindeki hücreler genetik farklılaşma olmadığı için embriyonik kök hücre kaynağı olarak kullanılır. Bu hücrelerin birçok hücre tipine dönüşebilme yeteneği vardır.

MERAKLISINA

Blastosist oluşurken ya da daha öncesinde oluşan hücrelerin ayrılıp gelişmesiyle tek yumurta ikizleri oluşur. Bu ikizler aynı genetik yapıda ve cinsiyettedir. İkizler arasında yapılacak doku ve organ nakillerinde uyuşmazlık sorunu görülmez. Çift yumurta ikizleri ise eş zamanlı oluşan iki ayrı ikincil oositin farklı spermlerle döllenmesiyle oluşur. Kalıtsal olarak birbirinden farklıdırlar. Cinsiyetleri aynı ya da farklı olabilir.

100’den fazla hücreye sahip olan blastosist döllenmeden yaklaşık 4-5 gün sonra rahme ulaşır. Rahme ulaştıktan 1-2 gün sonra endometriyuma tutunur. Endometriyuma tutununcaya kadar rahim içindeki endometriyum salgılarıyla beslenir. Blastosistin endometriyum tabakasına tutunması ve gömülmesi olayına **implantasyon** denir. İmplantasyon sırasında zona pellusida çözünür, blastosisti çevreleyen hücreler endometriyumla temas eder. Bu hücreler salgıladıkları enzimlerle blastosistin endometriyum içine doğru hareketini ve gömülmesini kolaylaştırır. Ayrıca endometriyum içine doğru oluşturdukları çok sayıda villus ile embriyonun besin almasında etkilidir. Embriyoyu oluşturacak olan içteki hücrelerden bir kısmı da embriyo etrafındaki **ekstraembriyonik zarları** oluşturur (Tablo 1.7).

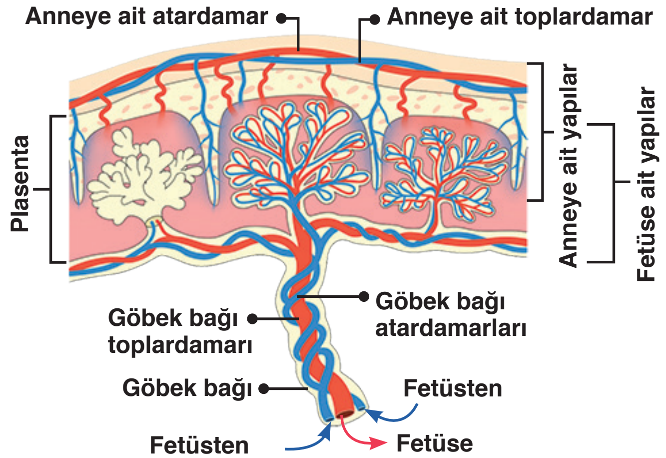
***Tablo 1.7**: Ekstraembriyonik Zarlar*

Ekstraembriyonik Zarlar	Görevi
Koriyon zarı	Embriyonun gaz değişiminin gerçekleştiği bölümdür. Plasentanın yapısına katılır.
Amniyon zarı	Embriyoyu dıştan çevreleyen zardır. İçindeki boşluk amniyon sıvısı ile doludur. Amniyon sıvısı içinde bulunan embriyo, mekanik etkilere karşı korunur.
Allantoyis	Göbek kordonunun yapısına katılır. Kordondaki kan damarlarını oluşturur.
Vitellüs kesesi	Kan hücrelerinin erken embriyonik dönemde üretildiği yerdir. Kan hücreleri daha sonra embriyo içine göç ederek uygun yerlere taşınır.

Segmentasyon sonucunda endometriyuma gömülen embriyoda **gastrulasyon evresi** başlar. Bu evrede görülen yoğun hücre göçü hareketiyle birlikte embriyo üç tabakalı yapıya dönüşür. Embriyonik tabakalar dıştan içe doğru **ektoderm**, **mezoderm** ve **endoderm**dir. Bu tabakalar arasında görülen etkileşim doku ve organların oluşmasına imkân verir.

Gastrulasyon evresinden sonra **organogenez evresi** başlar. Bu evrede embriyonik tabakalardan doku ve organlar gelişir. Doku ve organ oluşumunda hücrelerin belirli görevleri yapmak için farklılaşması, hücreler arası etkileşim, hücre göçleri ve programlanmış hücre ölümleri (apoptozis) etkilidir.

Embriyonun rahim içine yerleşmesi ile burada **plasenta** ve **göbek bağı** adı verilen özel yapılar gelişir (Görsel 1.137). Embriyonun besin ihtiyacı implantasyonu izleyen ilk hafta doğrudan endometriyumdan sağlanır. Sekiz haftaya kadar endometriyum bu görevi sürdürür. Embriyo, implantasyondan bir hafta sonra oluşmaya başlayan plasentadan da beslenmeye başlar. Plasenta, blastosistin dış tarafındaki hücrelerin endometriyum içine doğru parmak şeklinde uzantılar yaparak büyümesi ve endometriyum ile birleşmesiyle oluşur. Parmak şeklindeki bu yapılar içinde ise embriyo tarafından oluşturulan kan damarları bulunur. Anne ve embriyoya ait yapılardan köken alarak gelişen plasenta, disk şeklinde bir yapıdır. Ağırlığı doğuma kadar yaklaşık 1 kg’a kadar ulaşabilir.

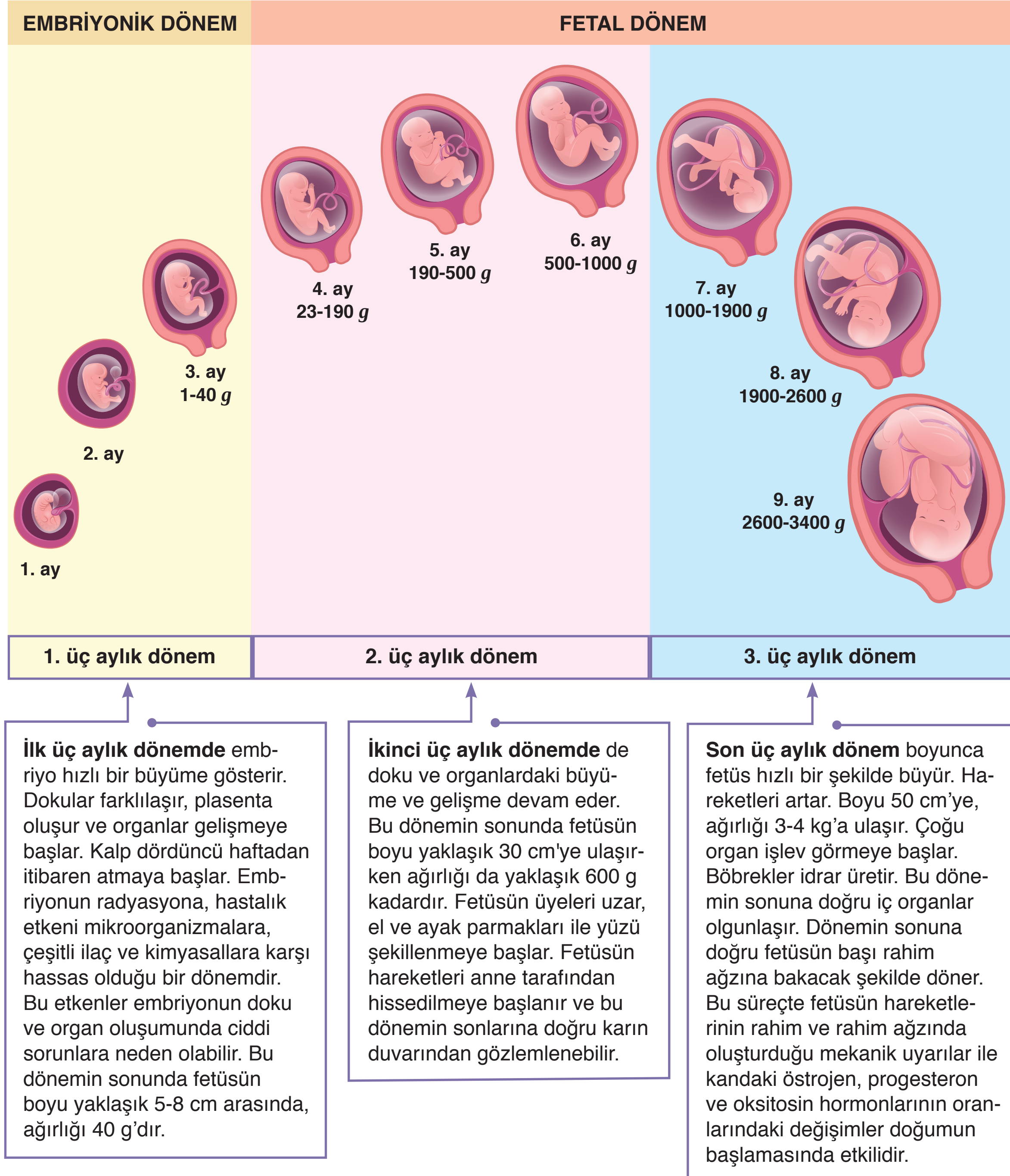


Görsel 1.137
Plasenta ve göbek bağının yapısı

Plasenta, anne ve embriyo arasında besin maddelerinin, solunum gazlarının ve metabolik atıkların değişiminin gerçekleştiği yerdir. Annenin antikorlarının bebeğe geçmesini sağlayarak bebeğin bağışıklık kazanmasında etkilidir. Gebeliğin devamlılığında etkili olan hormonları üreterek endokrin bez özelliği gösterir. Gebeliğin ilk 10-12 haftasında plasentadan yüksek oranda hCG hormonu salgılanır. Bu hormon korpus luteumun bozulmasını önleyerek korpus luteumdan östrojen ve progesteron salgılanmasını devam ettirir. hCG hormonunun zamanla azalması sonucu östrojen ve progesteron üretme görevini plasenta üstlenir.

Embriyoya ait yapılar tarafından üretilen göbek kordonu ise embriyonun plasenta ile bağlantısını sağlar. Göbek kordonu içinde embriyoya ait olan iki atardamar ve bir toplardamar bulunur. Göbek kordonundaki atardamarlar embriyoda üretilen metabolik atıkları ve oksijen bakımından fakir kanı anneye getirirken, toplardamar anneden alınan oksijen bakımından zengin kanı ve besin maddelerini embriyoya iletir.

Gebelik (hamilelik) süresi yumurtanın döllenmesinden itibaren yaklaşık 266 gündür (38 hafta). Gebeliğin sekizinci haftasından sonra embriyo **fetüs** olarak adlandırılır. Gebelik döneminde gerçekleşen olaylar kolaylık açısından üçer aylık süreleri kapsayan üç periyoda ayrılarak incelenebilir (Görsel 1.138).



İlk üç aylık dönemde embriyo hızlı bir büyüme gösterir. Dokular farklılaşır, plasenta oluşur ve organlar gelişmeye başlar. Kalp dördüncü haftadan itibaren atmaya başlar. Embriyonun radyasyona, hastalık etkeni mikroorganizmalara, çeşitli ilaç ve kimyasallara karşı hassas olduğu bir dönemdir. Bu etkenler embriyonun doku ve organ oluşumunda ciddi sorunlara neden olabilir. Bu dönemin sonunda fetüsün boyu yaklaşık 5-8 cm arasında, ağırlığı 40 g'dır.

İkinci üç aylık dönemde de doku ve organlardaki büyüme ve gelişme devam eder. Bu dönemin sonunda fetüsün boyu yaklaşık 30 cm'ye ulaşırken ağırlığı da yaklaşık 600 g kadardır. Fetüsün üyeleri uzar, el ve ayak parmakları ile yüzü şekillenmeye başlar. Fetüsün hareketleri anne tarafından hissedilmeye başlanır ve bu dönemin sonlarına doğru karın duvarından gözlemlenebilir.

Son üç aylık dönem boyunca fetüs hızlı bir şekilde büyür. Hareketleri artar. Boyu 50 cm'ye, ağırlığı 3-4 kg'a ulaşır. Çoğu organ işlev görmeye başlar. Böbrekler idrar üretir. Bu dönemin sonuna doğru iç organlar olgunlaşır. Dönemin sonuna doğru fetüsün başı rahim ağzına bakacak şekilde döner. Bu süreçte fetüsün hareketlerinin rahim ve rahim ağzında oluşturduğu mekanik uyarılar ile kandaki östrojen, progesteron ve oksitosin hormonlarının oranlarındaki değişimler doğumun başlamasında etkilidir.

Görsel 1.138
Üçer aylık dönemlerde embriyonun gelişme süreci

Progesteron hormonu rahim kaslarının kasılmasını engellerken östrojen ise uyarır. Gebeliğin sonlarına doğru kandaki progesteron ve östrojen hormonlarının oranı östrojen lehine artar. Mekanik uyarılar hipofiz bezi arka lobundan oksitosin hormonu salgılanmasını uyarır. Oksitosin hormonu, rahim kaslarının kasılmasını artırır. Bu kasılmalar fetüsün rahim ağzına doğru ilerlemesini kolaylaştırır. Rahim ağzına olan baskı arttıkça pozitif geri bildirim etkisiyle oksitosin hormonu salgısı daha da artar. Dönüşümlü olarak birbirini tetikleyerek devam eden bu olaylar sonucunda rahim ağzı genişler ve doğum gerçekleşir. Doğumdan sonra bebek nefes alıp vermeye başlar. Göbek bağı kesilerek bağlanır. Plasenta ve fetüse ait zarlar kısa bir süre sonra rahimden çıkarılır. Bebeğin doğumdan sonra emzirilmesi, oksitosin hormonu salgılanmasını uyararak rahim kasılmalarını artırır ve böylece kalan dokuların uzaklaştırılmasını destekler.

HAMİLELİKTE BEBEĞİN GELİŞİMİNİ OLUMSUZ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Gebelik döneminde fetüs gelişimini genetik ve çevresel faktörler etkilemektedir. Özellikle doku ve organların oluşmaya başladığı erken embriyo döneminde X ışınımına maruz kalma ve antibiyotik dâhil ilaç kullanımı ciddi gelişim bozukluklarına yol açar hatta gebeliğin sonlanmasına neden olabilir. Hamileliğin ilk üç ayında röntgen çektirmek gibi X ışınımına maruz kalınan uygulamalardan mümkün oldukça kaçınmalı, doktor kontrolü dışında antibiyotik ve ilaç kullanılmamalıdır. Tütün mamulleri ve alkollü içeceklerden uzak durulmalıdır.

Anne adayının yeterli, dengeli ve düzenli beslenmesi hem annenin sağlığı hem de fetüsün sağlıklı gelişimi için önemlidir. Hamilelikte annenin folik asit ihtiyacı artar. Folik asit eksikliği fetüsün erken gelişim döneminde beyin ve omurilik oluşumunda sorunlara neden olur. Hamilelikten önce alınmaya başlanması ve özellikle hamileliğin ilk üç ayında kullanılması sağlıklı sinir sistemi gelişimi için önemlidir. Folik asit bebeğin alyuvar yapımında da etkilidir. Folik asitle birlikte hamilelikte diğer vitaminlere ve demir, kalsiyum, fosfat gibi minerallere olan ihtiyaç da artar. Alyuvar üretimi ve sinir sisteminin gelişiminde B12 vitamini, kemik gelişiminde D vitamini, bağışıklık sisteminde C vitamini gereklidir. K vitamini, kanamalara özellikle doğum sırasında oluşabilecek beyin kanamalarına karşı koruyucudur. Demir eksikliği anne ve bebekte anemiye sebep olur.

Hamilelik döneminde anne adayının psikolojik sağlığının korunması önemlidir. Annenin yaşayacağı yoğun stresin sinirsel ve hormonal etkileri fizyolojik tepkilere neden olur. Tansiyon ve kan şekerinin yükselmesi, kalp atışlarının hızlanması, bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi fizyolojik tepkiler fetüs sağlığını da etkilemekte, erken doğum riskini artırabilmektedir.

HAMİLELİĞİN İZLENMESİNİN BEBEĞİN VE ANNENİN SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Hamilelikte görülebilecek olumsuzlukların önlenmesi ve erken tespiti için düzenli aralıklarla sürecin takip edilmesi anne adayı ve fetüs için önemlidir. Yüksek riskli gebelikleri saptamak için tüm gebelere uygulanan risk değerlendirme formu ile anne ve fetüste karşılaşılabilecek olası sorunlara karşı önceden izlenecek yol belirlenmektedir.



Görsel 1.139
Ultrason ile takip

Yapılan takiplerde anne adayının boyu, kilosu, kan değerleri, tansiyonu ölçülmekte ve glikoz tarama testleri uygulanmaktadır. HIV, hepatit B ve birçok enfeksiyon riski taşıyan hastalığa karşı tetkikler yapılmaktadır. Kan uyuşmazlığı durumu varsa fetüsün etkilenip etkilenmediği yapılan testlerle tespit edilmektedir. Ultrason ile takip edilerek fetüste görülebilecek anomali risklerinin erken tespiti yapılabilmektedir (Görsel 1.139). Bu yöntemle fetüsün boyu, kilosu, doku ve organlarının gelişimi izlenmektedir. Koryon villus biyopsisi (plasenta biyopsisi), amniyosentez gibi uygulamalarla kromozomal taramalar yapılmakta, genetik hastalıklar tespit edilmektedir.

Aşağıdaki soruyu yapılandırılmış kutu (grid) yöntemine uygun biçimde cevaplayınız. Doğru kavram ve ifadelerin numaralarını boşluklara yazınız. Aynı kutucuğu birden fazla soru için kullanabilirsiniz.

1. Aşağıdaki numaralandırılmış kutucuklarda dişi ve erkek üreme sisteminde görevli yapılar verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız.

1	Uterus	2	Korpus luteum	3	Epididimis	4	Fallop tüpü
5	Vas deferens	6	Ovaryum	7	Endometriyum	8	Seminifer tüpçükler
9	Serviks	10	Seminal kese	11	Vajina	12	Leydig hücreleri
13	Prostat bezi	14	Cowper bezi	15	Folikül	16	Sertoli hücreleri

a) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri dişi üreme sistemine ait yapılardır? ....
b) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri erkek üreme sistemine ait yapılardır? ....
c) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri spermatogenizin gerçekleştiği yerdir? ....
ç) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri yumurtalıklarda oluşur? ....
d) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri döllenmenin gerçekleştiği yerdir? ....
e) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri spermin hareket ve beslenmesinde görevli sıvıları üreten yapılardır? ....
f) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri embriyonun beslenmesinde görevlidir? ....
g) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri testislerde bulunur? ....
ğ) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri yumurtalıklarda hormon üretir? ....
h) Yukarıda verilenlerden hangisi / hangileri testislerde hormon üretir? ....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen kavramlardan uygun olanını kullanarak boşluk doldurma soru tekniğine uygun biçimde tamamlayınız. Açıkta kalan kavramla ilgili bir cümle yazınız.

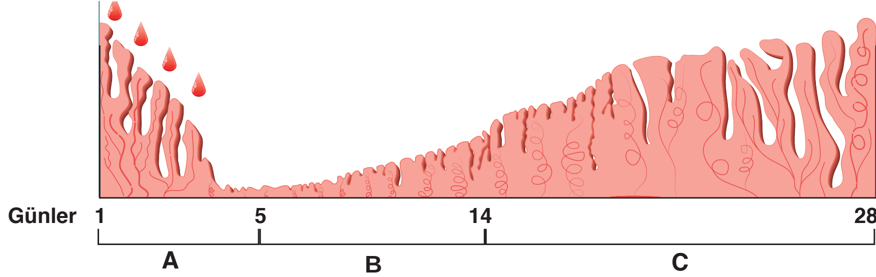
2.

gastrulasyon	fetüs	akrozom	segmentasyon	amniyon	organogenez
implantasyon	blastomer	plasenta	göbek bağı	blastosist	

a) Sperme ait yapı olan .... sayesinde döllenme sırasında yumurta hücresinin zarı eritilir.
b) Zigot .... evresinde arka arkaya mitoz geçirerek bir hücre kitlesine dönüşür.
c) Gebeliğin sekizinci haftasından itibaren embriyo .... olarak adlandırılır.
ç) Blastosistin endometriyum tabakasına tutunması ve gömülmesi olayına .... denir.
d) Zigotun bölünmesi sonucunda oluşan hücrelere .... adı verilir.
e) Gebelik süresince embriyonun beslenmesinde etkili olan .... anne ve fetüse ait yapılardan oluşur.
f) Embriyo .... evresinde görülen yoğun hücre göçü hareketiyle birlikte üç tabakalı yapıya dönüşür.
g) Segmentasyon sonucunda oluşan embriyoya .... adı verilir.
ğ) Embriyo ile anne arasındaki madde alışverişi .... içindeki embriyoya ait damarlarla sağlanır.
h) Gebelik süresince .... sıvısı içinde bulunan fetüs mekanik etkilere karşı korunur.
ı) Açıkta kalan kavram: ....

Aşağıdaki kısa cevaplı soruları cevaplayınız.

3-6. soruları menstrual döngü sırasında endometriyum tabakasında meydana gelen değişimlerin gösterildiği görselden yararlanarak cevaplayınız.



3. Görselde harfler ile gösterilen evrelerin isimlerini yazınız.

A: .... B: .... C: ....

4. A evresinin gerçekleşmesine neden olan yumurtalık olayı nedir?

....

....

5. B ve C evrelerinde endometriyum tabakasının kalınlaşmasında etkili olan yumurtalık hormonları hangileridir?

....

....

6. Döllenme durumunda A olayı gerçekleşmez. Nedenini açıklayınız.

....

....

7-14. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Üreme sistemi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Üreme hücrelerini üreten organlara gonat adı verilir.

B) Zigot, anne ve babanın her ikisinden genetik bilgi alır.

C) Üreme sisteminin çalışması sadece hormonal sistem kontrolündedir.

D) Sperm küçük ve hareketli iken yumurta büyük ve hareketsizdir.

E) Zigot, gametlerin birleşmesiyle oluşur.

8. Oogenezle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Oogonyum dişi birey embriyo hâlindeyken üretilir.

B) Oogonyumlar mitozla çoğalır.

C) Embriyo döneminde birincil oositler profaz I aşamasına kadar ilerler.

D) Ergenlik dönemine gelindiğinde LH'ın etkisiyle birincil oosit büyümeye ve gelişmeye başlar.

E) Oogenez metafaz II aşamasında ikinci kez durur.

9. Erkek ve dişilerde üreme faaliyetleriyle ilgili

I. Sperm üretimi yaşlılıkta da devam eder.
II. Dişilerde belirli bir yaşta menstrual döngü sona erer.
III. Dişiler ayda 1 kez ve 1 tane yumurta üretir.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

10. Menstrual döngüyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) FSH etkisi ile yumurtalıklardan birinde folikül büyür.
B) LH folikül kesesini çatlatarak yumurtlamayı sağlar.
C) Yumurtalık hormonlarındaki artış endometriyumun parçalanmasına yol açar.
D) Östrojen düzeyindeki artış FSH ve LH salgılanmasını sağlar.
E) Gebelik oluşmamışsa korpus luteum küçülmeye başlar.

11. Döllenme olayı ile ilgili

I. İlk sperm girişiyle zona pellusidanın yapısında değişim olması
II. Genellikle yumurtalıklardan ayda bir tanesinin yumurta bırakması
III. Yumurtaya sadece bir spermin ulaşması

ifadelerinden hangileri bir yumurtanın birden fazla sayıda spermle döllenmesini engelleyen faktördür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

12. Embriyonik gelişimde segmentasyon, gastrulasyon ve organogenez evreleriyle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Segmentasyonda bölünmeler sonucunda hücreler küçülür.
B) Gastrulasyon evresindeki hücrelerin genetik yapısı değiştiği için farklı organlar oluşur.
C) Organogenez evresinde embriyonik tabakalardan doku ve organlar oluşur.
D) Segmentasyonda kromozom sayısı değişmez.
E) Gastrulasyon evresinden sonra organogenez evresi başlar.

13. Sağlıklı bir gebelik süreci için

I. Hamilelik ve emzirme döneminde doktora danışmadan ilaç kullanılmamalıdır.
II. Dengeli ve düzenli beslenilmelidir.
III. Stresten uzak durulmalıdır.

ifadelerinden hangilerine dikkat edilmelidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

14. LH hormonunun etkisiyle ilgili

I. Folikül parçalarından korpus luteum oluşur.
II. Yumurtalıklardaki foliküllerden progesteron hormonu üretimi artar.
III. Erkeklerde testosteron hormonu üretimi gerçekleşir.
IV. Dişilerde ovulasyon gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, III ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



1-8. açık uçlu soruları cevaplayınız.

1-4. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Asetilkolin, otonom sinir sisteminin bir parçasıdır ve istirahatte olması gereken tüm aktiviteleri artırır. Vücudun beslenmeye, üremeye, dinlenmeye, sindirmeye hazır hâle gelmesine yardımcı olan asetilkolinin etkisi kolinerjik aktivite olarak bilinir. Eğer hücreden asetilkolin salınması engellenirse **kolinerjik aktivite** azalır.

Botulinum toksini (botoks) presinaptik nöronda asetilkolin taşıyan veziküllerin ekzositozunda görev alan polipeptitleri parçalar. Böylece kolinerjik aktiviteyi azaltarak **botulizm** adı verilen zehirlenme ve felç tablosu ortaya çıkar. Botulinum kan-beyin bariyerini geçemez. Botulinum toksininin rahatsızlıklara karşı ilk terapötik etkileri 1970'lerde gösterilmiştir. Günümüzde birçok rahatsızlığın tedavisinde kullanılmaktadır. Örneğin kasların aşırı aktif hâle gelerek adale sertliğine ve spazmlara neden olan spastisiteye karşı botulinum toksini kullanılır. Deneyimsiz kişiler tarafından estetik amaçlar için kullanımı güvenli bir uygulama değildir.

1. Sinir hücrelerinde impuls elektriksel ve kimyasal yolla iletilir. Botulinum toksini bu yollardan hangisini etkiler? Nedenini açıklayınız.

....

....

2. Asetilkolin sayesinde sinaps bölgelerinde gerçekleşen impuls iletiminin hızı ile sinir hücresinin aksonlarındaki impuls iletim hızı arasındaki fark nedir? Açıklayınız.

....

....

3. Botulinum uygulamasının deneyimsiz kişilerce yapılması neden güvenilir değildir? Açıklayınız.

....

....

4. Botulinum toksini görme, işitme ve tatma görevini üstlenen duyu organlarının fonksiyonlarını neden etkilemez?

....

....

5-7. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

1964 yılı Avusturya Kış Olimpiyatları'nda Finlandiyalı kros kayakçı Eero Mäntyranta (*Ero Mentiranta*) eşi görülmemiş bir performansla madalyaları topladı. Eero, 1960-1968 yılları arasında dünya şampiyonaları da dâhil olmak üzere toplam 5 altın, 4 gümüş ve 3 bronz madalya kazandı. Eeru'nun bu başarısında hile yaptığı ve performans artırıcı ilaçlar kullandığı haberleriyle spor camiası çalkalandı. Doktorların kontrolünde ise Eero'nun kanında herhangi bir ilaç kalıntısına rastlanmadı. Ancak kanında ortalama bir insana göre %15 daha fazla kırmızı kan hücreleri bulundu. İşte bu fazla kırmızı kan hücreleri Eero'nun diğer sporculara olan avantajıydı. Kırmızı kan hücreleri daha fazla oksijen taşıyor ve Eero'nun diğer sporculara göre daha fazla enerji üretmesini ve daha güçlü olmasını sağlıyordu.

5. Vücutta alyuvarların sayısının bir şekilde uyarılarak artırılması sonucu aşağıdakilerden hangileri meydana gelebilir? Nedenini açıklayınız.

☐ Kanın asiditesi artar. ☐ Kanın akış direnci zayıflar. ☐ Kanın pompalanması kolaylaşır.

☐ Tansiyon düşer. ☐ Kalp krizi ve felç riski artar.

Çünkü ....

....

6. Eero'nun kanında daha fazla alyuvar bulunmasının olası sebeplerini işaretleyerek gerekçeleriyle açıklayınız.

- ☐ Daha fazla eritropoietin hormonu salgılaması
- ☐ Kemik iliğinde alyuvar üreten hücrelerin eritropoietin reseptörünün mutasyon geçirmesi
- ☐ Kemik iliğinde alyuvar üreten hücrelerin eritropoietin reseptörünün artması
- ☐ Kanında CO miktarının artması
- ☐ Yüksek rakımlı yerde antrenman yapması
- ☐ Hızlı nefes alıp vermesi
- ☐ Kanının daha asidik olması
- ☐ Kronik böbrek yetmezliğinin olması
- ☐ Anemi hastası olması
- ☐ Testosteron hormonunun fazla olması

Çünkü ....
....
....

7. Kandaki oksijen miktarının düzenlenmesinde böbreğin rolünün anlaşılması bakımından aşağıdaki basamakları sıralayan bir öğrenci hangi basamakta hata yapmıştır? Açıklayınız.

I. Dokulara taşınan oksijen miktarı azalır.
II. Böbrekten eritropoitein salgılanır.
III. Kırmızı kemik iliğinde kök hücrelerden alyuvar üretimi artar.
IV. Böbrekte ve diğer organlarda oksijen düzeyi artar.
V. Kanda alyuvarların taşıdığı oksijen miktarı artar.

Çünkü ....
....
....

8-37. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. İmpulsun nöronda iletilmesi ve sinapstan geçişi ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Sinapsta impuls iletimi elektrokimyasal nöronda ise sadece kimyasaldır.
B) Nöronda impuls iletimi sırasında ATP harcanırken sinapstan geçiş sırasında harcanmaz.
C) İki nöron arasında uyartının geçiş yönü aksondan dendrite doğrudur.
D) Uyartının sinapslardan geçiş hızı nörondaki iletiminden daha hızlıdır.
E) Sıcaklığın düşmesi nöronda uyartı hızını artırır.

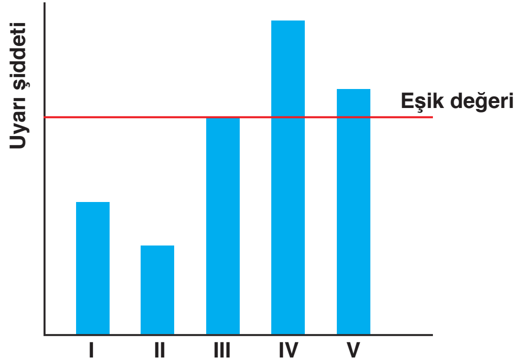
9. Kalbin yapısı ile ilgili

I. Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasında biküspit kapakçık bulunur.
II. Kalpte kulakçık kasları karıncık kaslarından daha incedir.
III. Akciğer atardamarı ile sol karıncık arasında triküspit kapakçık yer alır.
IV. Akciğer toplardamarı kalbe oksijence zengin kan taşır.
V. Aort ve akciğer atardamarı içinde oksijence zengin kanı bulundurur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve IV C) I, III ve V
D) I, II, IV ve V E) II, III, IV ve V

10. Sinir telinin eşik değeri ve sinir teline gönderilen farklı şiddette uyarılar grafikte gösterilmiştir.



Grafiğe göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Aksiyon potansiyeli III, IV ve V'te oluşur.

B) II. uyarıda tepki çok az oluşur.

C) III. uyarı şiddetinde impuls iletilirken diğerlerinde iletilmez.

D) IV. uyarı şiddetinde bu sinir telinde impuls hızı en yüksektir.

E) I ve II. uyarı şiddetlerinde verilen tepki minumum düzeydedir.

11. ADH (antidiüretik hormon; vasopressin) hormonu böbreklerden suyun geri emilimini sağlayarak vücuttaki su dengesinin korunmasını sağlar.

Bu sırada meydana gelen

I. Kanın osmotik basıncı artar.
II. ADH salgısı artar.
III. Hipotalamustaki osmoreseptörler kanın osmotik basınç değişimini algılar.
IV. Vücuttaki su kaybı artar.
V. Su geri emilir.

olaylarının meydana geliş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III-IV-V

B) II-III-IV-V-I

C) IV-I-III-II-V

D) IV-V-I-III-II

E) V-IV-I-III-II

12. Kemik doku ile ilgili

I. Kırmızı kemik iliğine sahip olma
II. Süngerimsi kemik dokuya sahip olma
III. Havers ve volkman kanallarına sahip olma
IV. Sarı kemik iliği bulundurma
V. Periost ile örtülü olma

bilgilerinden hangileri bütün kemik çeşitleri için ortaktır?

A) I, II ve III B) I, III ve IV C) II, III ve IV

D) II, IV ve V E) I, II, III ve V

13. Kıkırdak doku ile ilgili

I. Jel şeklinde olduğu için kemik dokudan daha esnektir.
II. Kan damarları bulunmadığı için etrafını saran bağ dokudaki damarlardan salınan maddelerin difüzyonu ile beslenir.
III. Ara maddesinde kan damarı bulunmadığı için zedelenen kıkırdak dokunun onarımı uzun sürer.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

14. Aşağıdakilerden hangisi düz kaslara ait bir özellik değildir?

A) İç organların yapısında bulunur.

B) Düz kasların kasılıp gevşemesi somatik sinir sistemi tarafından kontrol edilir.

C) Tek çekirdekli mekik şeklindeki hücrelerden oluşmuştur.

D) Düz kaslarda bantlaşma görülmez.

E) Düz kaslar yavaş kasılıp yavaş gevşer.

15. Sindirimde görev alan

I. Sekretin
II. Kolesistokinin
III. Safra
IV. Enterokinaz
V. Pepsin

maddelerinin kanda ve sindirim kanalında bulunuşu aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	Kanda	Sindirim Kanalında
A)	I ve II	III, IV ve V
B)	I, II ve V	III ve IV
C)	III ve V	I, II ve IV
D)	IIII, IV ve V	I ve II
E)	I, II ve III	IV ve V

16. Bir kas lifinin uyarılması ve kasılmanın başlamasıyla ilgili

I. İmpuls, sarkoplazmik retikuluma ulaşınca sarkoplazmik retikulumda depolanan Ca^{+2} iyonları sitoplazmaya salınır.
II. İmpuls, motor uç plağa gelince nörondan nörotransmitter salgılanır.
III. Nörotransmitterler sayesinde sarkolemma üzerindeki Na^+ kanalları açılır.
IV. Hücreye çok miktarda Na^+ iyonu girer.
V. Aktin filamentler miyozin filamentler üzerinde kayar, kas lifi kasılır.
VI. Kas hücresi uyarılır ve impuls sarkolemma boyunca yayılır.

olaylarının oluş sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III-IV-V-VI

B) I-III-V-VI-IV-II

C) II-III-IV-VI-I-V

D) II-III-V-VI-I-IV

E) IV-V-III-II-I-VI

17. Vücuttaki

I. Nişastadan glikoz oluşumu
II. Amino asitlerden protein sentezi
III. Yağ asitleri ve gliserolden nötral yağların sentezi
IV. Glikozun CO_2 ve H_2O'ya kadar parçalanması

ifadelerinden hangileri hücre içinde gerçekleşmez?

A) Yalnız I B) Yalnız IV C) I ve III

D) I, II ve III E) II, III ve IV

18. İnce bağırsaktan emilen bazı besin maddelerinin emilimden sonra izledikleri yol farklılık gösterir.

İnce bağırsak villuslarından emilen A vitamini ve C vitaminin ilk karşılaşacakları yer aşağıdakilerden hangisidir?

A) Karaciğer

B) Alt Ana Toplardamar

C) Kalbin Sağ Kulakçığı

D) Üst Ana Toplardamar

E) Kapı Toplardamar

19. Proteinlerin kimyasal sindirimi ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi söylenemez?

A) Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar.

B) İnaktif olan pepsinojen, asidik mide öz suyu içerisindeki HCl sayesinde aktif pepsine dönüşür.

C) Tripsinojen ve kimotripsinojen enzimleri pepsinojen gibi inaktif enzimlerdir.

D) Tripsin ve kimotripsin enzimleri onikiparmak bağırsağından salgılanırlar.

E) Proteinlerin sindirimi ince bağırsakta tamamlanır.

20. Aşağıdaki reseptör ve duyu organı eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

A) Fotoreseptörler-Göz

B) Kemoreseptör-Burun

C) Mekanoreseptör-Kulak

D) Kemoreseptör-Deri

E) Mekanoreseptör-Deri

21. Aşağıdakilerden hangisi kalp atış hızını yavaşlatan faktörlerdendir?

A) Adrenalin

B) Asetilkolin

C) Kafein

D) Karbondioksit

E) Tiroksin

22. Kan, aşağıdaki durumlardan hangisindeyken hemoglobinin oksijene doymuşluğu en yüksek değerdedir?

A) Sağ karıncıktan çıkarken

B) Kapı toplardamarıyla karaciğere girerken

C) Sağ kulakçığa girerken

D) Sol karıncıktan çıkarken

E) Akciğer kılcallarına geçerken

23. Lenf sıvısıyla; su, doku sıvısındaki fazla proteinler, sindirim sisteminden emilen yağ ve yağda eriyen vitaminler toplanıp kan dolaşımına aktarılır.

Buna göre lenf sıvısının hareketini

I. İskelet kaslarının kasılması
II. Lenf damarlarında bulunan tek yönlü kapakçıklar
III. Solunumda göğüs kafesinde oluşan basınç
IV. Lenf damarlarındaki düz kasların kasılması

olaylarından hangileri sağlar?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

24. Lösemi tedavi edilemezse ölümcül bir hastalıktır. Kök hücreler, lösemi hastalarının tedavisinde temel kurtarıcıdır. Kök hücre nakli; kan hücrelerinin yapımını sağlayan kök hücrelerin, sağlam bireylerden (verici-donör) alınarak lösemili bireylere verilmesidir.

Buna göre

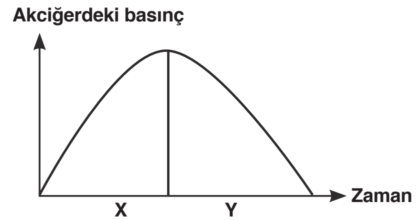
I. Doku grupları uygun kardeşlerden
II. Doku grupları uygun akraba olmayan vericilerden
III. Yeni doğan kardeşin kök hücrelerce zengin plasentasından toplanan kandan
IV. Hastanın kendi kemik iliğinin dondurularak saklanan kandan

durumlarından hangileri kemik iliği kök hücrelerinin karşılanmasında kullanılabilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, III ve V E) I, II, III ve IV

25. Soluk alma ve soluk verme sırasında akciğerlerdeki zamana bağlı basınç değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) X zaman aralığında hava akciğerlere dolar.

B) Y zaman aralığında kaburgalar arası kaslar gevşer.

C) X zaman aralığında diyafram kası kubbeleşir.

D) Y zaman aralığında göğüs boşluğunun hacmi azalır.

E) Y zaman aralığında soluk verilir.

26. Aşağıdaki yapıların

I. B lenfosit
II. Deri
III. Mukoza
IV. Gözyaşı
V. Doğal katil hücreler

hangileri vücudun hastalık etmenlerine karşı fiziksel olarak birinci savunma hattını oluşturur?

A) I ve V B) II, III ve IV C) II, IV ve V

D) I, II, III ve IV E) I, II, II, IV ve V

27. Aşağıda verilenlerden hangisi solunum sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılmaması gereken bir durumdur?

A) Kapalı ve kalabalık ortamlarda uzun süre kalmak

B) Bulunulan ortamı sık sık havalandırmak

C) Tütün ve tütün mamullerinden uzak durmak

D) Dengeli, yeterli ve düzenli beslenmek

E) Açık havada spor yapmak

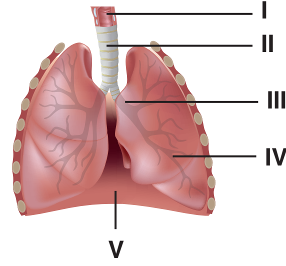
28. Kanda karbondioksidin ve oksijenin taşınmasına ilişkin denklemler aşağıda verilmiştir.

I. $Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$
II. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$
III. $H + HCO_3 \longrightarrow H_2CO_3$
IV. $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$

Verilen denklemlerin hangileri akciğer hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

	Akciğer kılcalları	Doku kılcalları
A)	II-III	I-IV
B)	III-IV	I-II
C)	I-IV	II-III
D)	I-II	III-IV
E)	I-III	II-IV

29.



Bu görselde numaralandırılmış kısımlarla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) I numaralı kısımda ses telleri bulunur.

B) II numaralı kısmın yapısında kıkırdak halkalar ve iskelet kasları bulunur.

C) III numaralı kısım akciğerler içinde dallanarak geniş bir alana yayılır.

D) IV numaralı kısımda kan ile gaz değişiminin gerçekleştiği alveoller bulunur.

E) V numaralı yapı göğüs boşluğu ve karın boşluğunu birbirinden ayırır.

30. Bağışıklama ile ilgili

I. Vücutta antikor ve T hücreleri üretimi

II. Anne sütü içinde bebeğe aktarılan antikorlar

III. At ve koyun gibi canlılarda üretilen antikorlar

ifadelerinden hangileri aktif bağışıklığı sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

31. Vücutta homeostasinin sağlanmasında

I. Üre, kreatinin gibi zararlı atıkların vücuttan idrarla dışarı atılması
II. Kanın hacim ve basıncını ayarlamak için fazla suyun idrarla dışarı atılması
III. Kandaki alyuvar miktarının sabit tutulması için eritropoietin hormonunun üretilmesi
IV. Kandaki CO_2 miktarını uzaklaştırarak pH'sının sabit tutulması

olaylarından hangileri üriner sistemle gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

32. Antalya'da yaşayan bir dağcı Everest Dağı'na tırmanmak istiyor.

Tırmanma sırasında adaptasyon kamplarında iki hafta geçiren dağcının vücudunda

I. Böbreklerde yetersiz oksijenden kaynaklı geri emilim yavaşlar.
II. Kalp atış hızı düşer.
III. Böbreklerde eritropoietin hormonu salgılanması artar.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

33. Aşağıdakilerden hangisi korpus luteumun bozulmadan kalması durumunda görülen olaylardan biri değildir?

A) Kanda progesteron seviyesinin yüksek kalması
B) Hipofiz bezinin FSH ve LH salgısının azalması
C) Yumurtalıklarda yeni bir folikülün gelişmesi
D) Endometriyum tabakasının kalınlaşması
E) Kanda östrojen seviyesinin yükselmesi

34. Aşağıdakilerden hangisinde süzüntüyle nefron kanalına ve geri emilimle nefrondan kana aktarılan maddeler doğru verilmiştir?

	Süzüntü	Geri emilim
A)	Glikoz	Antibiyotik
B)	Yağ asidi	H^+
C)	HCO_3^-	H^+
D)	NaCl	Yağ asidi
E)	NH_3	Glikoz

35. Östrojen ve progesteron kanda belli bir seviyenin altına düşünce

I. Folikül
II. Ovulasyon
III. Korpus luteum
IV. Menstruasyon

evrelerinden hangilerinde endometriyum parçalanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız IV
D) II ve III E) I ve IV

36. Segmentasyonla ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Segmentasyonla doku ve organlar gelişir.
B) Zigotun arka arkaya mitoz bölünmeler geçirmesiyle bir hücre kitlesine dönüştüğü evredir.
C) Segmentasyon yumurta kanalında başlar.
D) Bölünme sonucunda oluşan hücrelere blastomer adı verilir.
E) Hücre büyümesi gerçekleşmediği için her bölünmeden sonra blastomerlerin boyutu gittikçe küçülür.

Daha fazla ölçme ve değerlendirme sorusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.



2. ÜNİTE

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

1. Bölüm
   KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

2. Bölüm
   POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Ünite karekodu



1. BÖLÜM

İÇERİK



Anahtar Kavramlar

- Biyolojik çeşitlilik
- Ekosistem
- Komünite
- Rekabet
- Simbiyotik ilişki
- Süksesyon

MARMARA DENİZİ'NİN KÖPEK BALIKLARI

Bir iç deniz olan Marmara Denizi bir zamanlar oldukça fazla balık çeşitliliğine sahipti. Akdeniz'den Karadeniz'e mevsimsel göç eden orkinoslar bu çeşitliliğe katkıda bulunuyordu. Orkinoslar köpek balıklarını da göç yollarına katarak İstanbul sahillerine kadar getirmişlerdi. 1900'lü yılların başlarında yapılan yayınlarda Marmara'da yakalanan köpek balığı türleri hakkında hatırı sayılır bilgiler veriliyordu. Bu yayınlarda büyük beyaz köpek balığının İstanbul kıyılarında zaman zaman görüldüğünden, günümüzde nesli tükenmenin eşiğinde olan çivili köpek balığının pazarlarda satılacak kadar çok yakalandığından bahsediliyordu. 1958'de Boğaziçi'nde çok miktarda beyaz köpek balığı yakalanmıştı. Kız Kulesi civarına dökülen tonlarca palamudun cazibesine kapılan köpek balıkları kışı geçirmek için İstanbul Boğazı'nı adeta mesken tutmuşlardı. Bu konuda yazılan yazılar ve akademik yayınlarda ülkemiz kara sularında yaşayan köpek balıklarının teşhis anahtarlarına da yer veriliyordu.

Yıllar geçtikçe Marmara'da köpek balığı yoğunluğu giderek azaldı. İstanbul Boğazı'nda büyük beyaz köpek balığı en son 1974'te görüldü. Marmara Denizi'nde ise büyük beyaz köpek balığı en son 1985'te Kapıdağ Yarımadası'nın kuzeyinde bir balıkçı kayığındaki kişilerce görüldü. O günden beri Marmara'da büyük beyaz köpek balığından bir daha haber alınmadı. Ülkemizi çevreleyen denizlerde kalıp yaşamaya devam eden diğer köpek balığı türlerinde de sayıca azalma ve canlı kütlelerinde düşüklük gözleniyor. Bundan 30 yıl öncesine kadar Karadeniz'de dikenli camgöz köpek balığının canlı kütlesinin yaklaşık 300 bin ton olduğu tahmin edilirken günümüzde 90 bin ton olduğu düşünülüyor.

Her yıl dünyanın farklı yerlerinde yaklaşık 100 milyon köpek balığı avlanıyor. Avlanan bu köpek balıkları içinde soyları tükenmekte olan büyük beyaz köpek balığı, büyük camgöz gibi Kırmızı Liste'de adı geçen türler de bulunmaktadır.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik dergisi, Haziran 2011

HAZIRLIK SORULARI

1. **Genellikle okyanusların amansız avcıları olan köpek balıklarını ülkemiz iç denizine çeken koşullar nelerdir?**
2. **Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nda köpek balıklarının sayılarının azalmasının sebepleri nelerdir?**
3. **Bir coğrafi alana yeni türlerin gelmesinin nedenleri nelerdir?**
4. **Tür çeşitliliğinde denizlerimize yeni türlerin gelmesiyle oluşan değişim ekosistemdeki canlılar için bir tehdit olabilir mi? Neden?**

Bölümün sunu karekodu



1.1. KOMÜNİTENİN YAPISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Canlılar birbirleriyle ve yaşadıkları çevre ile sürekli ve dinamik bir etkileşim içindedir. Ortamdaki canlılar ve bu canlıların etkileşimde bulunduğu fiziksel faktörler **ekosistemi** oluşturur. Ekosistemler; orman, gölet, çayır, mercan kayalığı gibi nispeten daha küçük bölgesel yapılar olabileceği gibi daha geniş bir yaşam alanını içine alan coğrafi bölgelerden de oluşabilir. Belirli sınırlar içerisinde birbiri ile etkileşime girecek kadar yakın yaşayan, farklı türlerin oluşturduğu biyolojik yapı **komünite** olarak adlandırılır. Komüniteler ekosistemlerin canlı kısmını oluşturur. Kaz Dağları (Görsel 2.1) ormanlarını oluşturan ağaç türleri ve bu ormanda yaşayan diğer canlılar bir komünite oluştururken Salda Gölü'nde yaşayan balık ve sucul omurgasız canlılar da başka bir komüniteyi oluşturur. Ayrıca insan sindirim sistemindeki yararlı ve zararlı mikroorganizmalar da komüniteye örnek verilebilir.



Bazı Ağaç Türleri

- Göknar
- Gürgen
- Kestane
- Kayın
- Ihlamur
- Kızılçam
- Mazı meşesi
- Boylu ardıç

Bazı Kuş ve Memeli Hayvan Türleri

- Karabatak
- Kartal
- Kınalı Keklik
- Karaca
- Kızıl Tilki
- Porsuk
- Sincap
- Yabankazı
- Bozayı

Görsel 2.1
Kaz Dağları komünite örneği

Komüniteyi oluşturan canlılar belirli bir yaşam alanına sahiptir. Bu yaşam alanları diğer türlerin yaşam alanlarıyla komşu olabilir, ortak alanları içerebilir ya da biri diğerini içine alabilir. Komünitelerin yapısı simbiyotik etkileşimler, beslenme ilişkileri ve barındırdığı tür çeşitliliği ile belirlenir. Komünitelerdeki tür sayılarında farklılıklar vardır. Bir komünitedeki tür zenginliği **tür çeşitliliği** olarak nitelendirilir. Tür çeşitliliğini rekabet, av-avcı ilişkisi gibi canlı etkileşimleri ile ışık, nem, sıcaklık, yağış gibi faktörler etkiler. Ekosistem çeşitliliği, tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilik **biyolojik çeşitliliği** oluşturur.

Komüniteler, karasal ve sucul ekosistemler olarak incelenir. Karasal ekosistemlerde enleme ve büyük bölgesel iklim yapılarına bağlı bir dağılım görülür. Dünya'nın şekli ve hareketi güneş ışınlarının enlemlere ulaşmasında farklılıklar oluşturur. Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe güneş ışınlarının geliş açısı değişir. Güneş ışınları Ekvator'dan kutuplara doğru her enleme 1° daha eğik açıyla gelir. Bu durum enlemlerde sıcaklık, gece-gündüz sürelerinin farklılığı ve iklimlerde değişime neden olur. Enlemlerdeki bu değişimler komünitelerdeki tür çeşitliliğinin farklı olmasını sağlar. Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık değerleri düşer ve tür çeşitliliği azalır. Karasal ekosistemlerin yapı ve dağılımını iklim ve yaşam alanlarının bozulması etkiler. Bu unsurlar üzerinde insanın rolü oldukça büyüktür.

Sucul ekosistemler deniz ve tatlı su (göl ve akarsu) ekosistemlerinden oluşur. Deniz ekosistemleri fiziksel ve kimyasal yapıları, dinamik hareketleri, derinlik gibi özellikleri bakımından farklılıklara sahiptir. Sucul ekosistemlerdeki komünitelerin tür çeşitliliği ve dağılımı suyun derinliğine, temizliğine, ışık geçirgenliğine ve kıyıdan uzaklığına bağlıdır. Birinci trofik düzeyi oluşturan üretici canlıların Güneş ışınlarına ihtiyaçları vardır. Bu yüzden sucul ekosistemlerde güneş ışığının ulaşılabildiği yerlerde tür çeşitliliği fazladır. Güneş ışığının ulaştığı bölgelerde suyun sıcaklığındaki değişimler canlılar için uygun ortam oluşturma konusunda önemlidir. Resiflerdeki (Görsel 2.2) tür çeşitliliğinin çok olmasının temel nedeni budur. Suların kirlenmesi, Güneş ışınlarının suyun derinliklerine ulaşmasını engeller. Bu durum sudaki besin ve oksijen miktarının azalmasına ya da tükenmesine bağlı olarak tür çeşitliliğini olumsuz etkiler.



Deniz çayırları ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Görsel 2.2
Tropikal mercan resifi

KENDİNİ GELİŞTİR

Marmara Denizi diğer denizlerle bağlantısı kısıtlı bir iç denizdir. Marmara bölgesinin artan nüfus yoğunluğu, kontrolsüz evsel ve endüstriyel atıklara maruz kalması, iklim değişikliğinden kaynaklı deniz suyu sıcaklığının artması, aşırı ve kontrolsüz avlanma gibi nedenler canlıların değişen ortam koşullarına tepki göstermesine sebep olur. Özellikle denize azot ve fosfor bakımından zengin besinlerin girişi, tek hücreli canlıların sayısını ve hücre içi salgısını aşırı artırır. Böylece müsilaj ortaya çıkar. Sümüksü kaygan bir yapı olan müsilaj, deniz salyası olarak da bilinir. Müsilaj yüzeyden başlayarak 25-30 metre derinliğe kadar inebilir. Denizin derinlerinde müsilaj yoğunluğu artar. Müsilajın olduğu sularda çözünmüş oksijen miktarında azalma olur. Müsilaj ayrıca diğer canlıların yaşama alanlarını örterek ya da dibe çökerek ekolojik tahribatlara sebep olur.

1. Müsilajın deniz canlılarına verdiği zararlar nelerdir? Araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Müsilajın oluşmaması için alınacak önlemler nelerdir? Araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak bir elektronik sunu hazırlayıp arkadaşlarınızla paylaşınız.

Komünitelerde tür çeşitliliği ölçülürken komünitenin içerdiği tür zenginliği ve türün birey sayısının komünite içindeki oranı dikkate alınır. Görsel 2.3'te her iki komünitede üç farklı tür bulunduğundan tür zenginliği aynıdır. Bu komünitelerde A, B ve C ile gösterilen üç farklı kanatlı türü yer almaktadır. Tür çeşitliliği açısından bakıldığında birinci komünitede üç kanatlı tür olduğu göze çarparken ikinci komünitede yalnızca çok olan A türü görülür, diğer türler dikkatli bakıldığında fark edilebilir. Komünitelerin içerdikleri tür oranları incelendiğinde birinci komünitede her bir türün yaklaşık %33,3 oranında bulunduğu; ikinci komünitede ise A = %70, B = %20, C = %10 oranlarına sahip oldukları görülmektedir. Bu durumda iki komünitedeki türler kıyaslandığında birinci komünitenin tür çeşitliliği ikinci komüniteden daha yüksektir.

I. Komünite	II. Komünite
A (4 tavuk) B (4 hindi) C (4 ördek)	A (7 tavuk) B (2 hindi) C (1 ördek)
Tür zenginliği 3'tür.	Tür zenginliği 3'tür.
Tür yoğunluğu A (Tavuk) = %33,3 B (Hindi) = %33,3 C (Ördek) = %33,3	Tür yoğunluğu A (Tavuk) = %70 B (Hindi) = %20 C (Ördek) = %10

Görsel 2.3
Komünitelerde tür zenginliği ve türlerin yoğunluğu

Komünitede en fazla bulunan ya da biyokütlesi en yüksek türe **baskın tür** adı verilir. Baskın türler komünitenin kaynaklarını en üst düzeyde kullanır. Diğer bir deyişle baskın türler bulundukları komünitede avlanmaya ya da hastalıklardan korunmaya karşı adaptasyonunu en iyi şekilde geliştirmiş türlerdir. Baskın tür zaman içerisinde yaşam alanlarının bozulması, avlanma gibi nedenlerden dolayı komüniteden uzaklaşabilir. Bu durumda başka bir tür, komünite içinde baskın hâle gelebilir. Yok olan baskın tür ona bağımlı yaşayan türleri de olumsuz şekilde etkileyebilir. Örneğin 1900'lü yılların başlarında Kuzey Amerika ormanlarında baskın tür Amerikan kestanesi ağacıydı. Ağaçların yakalandığı bir mantar hastalığından kaynaklı bu ağaç türü 1950 yılına kadar yok olmuştur. Ormanda daha önce zaten var olan meşe, Kuzey Amerika cevizi, kayın ağacı ve kırmızı akçaağaç türlerinin sayısı artmış; kestane ağacı popülasyonunun yerini almıştır. Kestane ağacının kaybolması bu ağaç üzerinde beslenen yedi güve ve kelebek türünün de ortadan kalkmasına neden olmuştur.

Komünitede varlığı ya da yokluğu ile başka pek çok türün dağılımını ve sayısını etkileyen, komünite üzerinde güçlü bir kontrol sağlayan türe **kilit taşı tür** adı verilir. Kilit taşı türler komünitenin kontrolünü sayısal güçleriyle değil ekolojik rolleriyle gerçekleştirir. Kilit taşı türün yok olması komünitenin yapısının ve işlevinin bozulmasına neden olur.

Çayır köpekleri yer altına inşa ettikleri yuvalar ve uzun tüneller sayesinde çayırlıkları adeta bir yer altı kasabasına çevirir. Bir çayır köpeği kasabası on binlerce bireyden oluşabilir. Yuvaların toprak üstü girişleri genellikle yırtıcıları gözlemleyebilecekleri tümseklerden oluşur. Çayır köpekleri; şahinler, kartallar, çakallar, porsuklar, yılanlar ve yaban gelincikleri için potansiyel besin kaynağıdır. İnşa ettikleri yer altı kasabaları toprağın havalanmasını, dışkıları ise toprağın gübrelenmesini sağlar. Böylece sığır, bizon gibi otlayan canlılar için sağlıklı ve daha verimli otların çoğalmasında rol oynar. Aynı zamanda yuvaları örümcekler, böcekler, semenderler gibi başka canlılar için de barınma

alanı olarak kullanılır. Çayır köpekleri (Görsel 2.4) yaşadığı habitatta üstlendiği roller bakımından bir kilit taşı tür olarak nitelendirilir.



Görsel 2.4
Çayır köpekleri

Ekologlar yaklaşık 150 türün çayır köpekleriyle etkileşim içinde olduğunu öngörmektedir. 1800'lü yıllardan itibaren çayır köpeklerinin yaşam ortamları tahrip edildi ya da bu hayvanlar zehirlendi. Bunun sonucunda çayır köpeklerinin popülasyon büyüklüğü önemli ölçüde azaldı. Neredeyse tamamen çayır köpekleriyle beslenen yaban gelincikleri de bu durumdan etkilendi. 1985'e gelindiğinde yaban gelinciğinin neslinin tükendiği düşünülmekteydi. Yıllar sonra nesillerinin tükenmediği, sayıları az da olsa yaban gelinciklerinin popülasyonlarını devam ettirdikleri görüldü. Bunun üzerine keşfedilen yaban gelinciklerini kurtarma programı ile gelincikler, çayır köpeklerinin bol olduğu vahşi doğaya yeniden bırakıldı ve sayıları hızla artmaya başladı. Yaban gelincikleri popülasyonunun devamlılığı, beslendikleri çayır köpeklerine ve hastalıklardan etkilenmemelerine bağlıdır.

Bir bölgeye çeşitli yollarla gelip yerleşen, doğal düşmanları olmayan, bu ortamda hızla çoğalıp komünitedeki yerli türleri baskılayarak komünitenin yapısını bozabilen türe **istilacı tür** adı verilir. İstilacı türler çevresel ve ekonomik zararlara neden olabilir. Hint Okyanusu'ndan Akdeniz'e gelmiş olan katil yosun, istilacı bir türdür. Katil yosun, Akdeniz sığ su ekosistemi için büyük tehlike oluşturmaktadır. Akdeniz'in en önemli endemik canlı topluluğu deniz çayırlarının gelişimini sınırlayıp ortamdan yok olmasına neden olmaktadır.

İstilacı türler ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Kızıldeniz'den Akdeniz'e geçen balon balığı ve aslan balığı türleri de istilacı türdür (Görsel 2.5). Etçil olan bu türlerden balon balığının özellikle yumuşakçalarla beslenmesinin Akdeniz'de kalamar, ahtapot, mürekkep balığı sayılarında ciddi ölçüde azalmaya yol açtığı düşünülmektedir. Aslan balıkları da yaşam alanlarında bulunan iskorpit, papağan ve kardinal balıklarının genç bireyleri ve yavrularıyla beslenir. Ayrıca soyu tükenmekte olan orfoz balıklarını yuvalama alanlarından uzaklaştırarak ekosisteme büyük zarar vermektedir. Bir komünitedeki tür çeşitliliği komünitelere katılan yeni türler sayesinde artar. Tür çeşitliliği fazla olan komünitenelerde istilacı türlerin komüniteye verdiği zarar daha az hissedilir.



Balon balığı



Aslan balığı

Görsel 2.5
İstilacı tür örnekleri

Bazı canlıların bulundukları ekolojik sistem içinde değişen çevre şartlarına karşı toleransı oldukça düşüktür. Düşük toleransa sahip ve ekosistemdeki değişimlerden hızlı bir şekilde etkilenen türlere **gösterge tür** adı verilir. Örneğin bir liken türü olan *Hypogymnia physodes* (*Hipojimni fiyzodes*) özellikle kükürtdiokside karşı oldukça hassastır. 1 m^3 havada 0,11 g SO_2 bulunması hâlinde bu tür yaşayamaz. Bir bölgede bu liken türü bulunuyorsa o bölgede havadaki SO_2 miktarının 0,11 g'ın altında olduğu ölçüm yapılmadan söylenebilir.

KENDİNİ GELİŞTİR

Mercan resifleri besince fakir sularda bulunmalarına karşın zengin bir balık çeşitliliğine sahiptir. Yapılan çalışmalarda mercan resiflerindeki bu çeşitliliği besleyen ana kaynağın dipte saklanan (kriptobentik) minik resif balıklar olduğu görülmüştür. Bu minik balık türleri mercan resiflerinde besin olarak tüketilen balıkların yaklaşık %60'ını oluşturur. Birkaç farklı türü içeren bu kriptobentik balıkların çoğu yumurtadan çıktıktan kısa süre sonra resiflerde yaşayan diğer balıklar tarafından hızla tüketilir. Buna karşın bu küçük balıkların oluşturduğu popülasyonlar yok olmak yerine hızlı yaşam döngüleri sayesinde popülasyonlarını sürekli yeniler. Çoğu balık türünün larvaları açık denize dağıldığında çok azı hayatta kalırken kriptobentik resif balıklarının larvaları ebeveynlerinin yaşadığı resiflere yakın yerlerde kalır. Yavruların hayatta kalma oranı diğer türlere göre çok daha yüksektir. Yetişkin kriptobentik resif balıkları diğer balıklara yem olurken larvalar hızla büyüyerek yetişkinlerin yerini alır.

1. Kriptobentik balıklar yok olsaydı mercan resifleri yine de zengin bir balık çeşitliliğine sahip olur muydu? Nedenini açıklayınız.

....

....

....

2. Kriptobentik balıklar mercan resiflerindeki kilit taşı türler olarak nitelendirilebilir mi? Nedenini açıklayınız.

....

....

....

3. Bir ekosistem içinde yer alan komünite örneklerini araştırarak komünitedeki baskın tür, kilit taşı tür, gösterge tür ve istilacı türleri örneklendiriniz. Elde ettiğiniz bilgileri kullanarak hazırlayacağınız infografiği EBA portfolyoda paylaşınız.

Karasal ekosistemler kesin sınırlarla birbirinden ayrılmazlar. Genellikle sınır bölgeleri birbirinin içine girecek şekilde geçiş oluşturur. İki komşu ekosistem arasındaki geçiş alanlarına **ekoton** adı verilir (Görsel 2.6). Ekoton bölgelerinde her iki ekosisteme ait türler bulunur. Tür çeşitliliği fazla olan ekotonlarda canlı sayısı ekosistemlere göre daha az olabilir. Mağara ağızları ve su ekosistemi ile kara ekosistemi arasındaki bataklık bölge ekotona örnek verilebilir.



Görsel 2.6
İki komşu ekosistem arasındaki ekoton

Komüniteyi oluşturan canlılar arasında besin ve enerji aktarımı açısından bir trofik düzey yapılanması vardır. Komünitedeki üretici canlılar kendilerinin ve tüketici canlıların ihtiyacını karşılayacak besini üretir. Birbiriyle beslenen canlılar arasında oluşan trofik düzey basamakları besin ağını oluşturur. Besin ağında üreticilerden en üst düzeydeki tüketiciye doğru besin ve enerji aktarımı söz konusudur. Enerji, üreticiler tarafından sentezlenen organik maddelerin kimyasal bağlarında bulunur. Tüketicilerin bu organik maddeleri besin kaynağı olarak tüketmesi sonucu diğer trofik düzeylere aktarılır. Aktarılan enerjinin büyük bir kısmı iş yapamayacak şekilde ısı enerjisi olarak açığa çıkar. Bir trofik düzeyden diğerine enerjinin yalnızca %10'luk kısmı canlıların kullanabileceği şekilde aktarılır. Komüniteyi oluşturan türler arasında bir besin ağı oluştuğu gibi rekabet, avlanma, simbiyotik ilişkiler gibi etkileşimlerin de oluştuğu görülür. Tablo 2.1'de komünitede yer alan canlılar arasındaki etkileşimler gösterilmiştir.

Tablo 2.1: *Komünitedeki Türler Arasındaki Etkileşim Tipleri*

Etkileşim Tipi	Etkileşimdeki İki Canlı Türünün Birbirleri Üzerine Etkileri		Etkileşim Tipi Özellikleri
	1. Tür	2. Tür	
Rekabet	-	-	Her iki tür de olumsuz etkilenir.
Av-avcı	+	-	Avcı olumlu, av ise olumsuz etkilenir.
Amensalizm	0	-	Bir tür etkilenmezken ikinci tür olumsuz etkilenir.
Parazitizm	+	-	Parazit tür yarar sağlarken onun üzerinde yaşadığı konak olumsuz etkilenir.
Kommensalizm	0	+	Bir tür etkilenmezken diğer tür bu etkileşimden fayda sağlar.
Mutualizm	+	+	İki tür de etkileşimden fayda sağlar.

Anahtar Gösterim:
"0" : Canlının yarar veya zarar görmediği, etkileşimden etkilenmediği durumları ifade eder.
"+" : Canlının etkileşimden yarar gördüğü durumları ifade eder.
"-" : Canlının etkileşimden zarar gördüğü durumları ifade eder.

1.2. KOMÜNİTEDEKİ TÜR İÇİ VE TÜRLER ARASINDAKİ REKABET

Rekabet tür içi ya da türler arası olabilir. Rekabetten söz edebilmek için en az iki organizmanın aynı kaynağı kullanıyor olmasının yanında kaynağın sınırlı olması ve rakiplerin birbirine zarar vermesi gerekir. İki organizmanın birbirine zarar vermesi "- / -" ilişki tipini ortaya çıkarır. Bitkilerde ışık, besin, su gibi önemli kaynaklarla birlikte tozlaştırıcılar için de rekabetten söz edilebilir. Hayvanlarda ise besin, su, eş bulma ve alan rekabete neden olur. Rekabet iki tarafın zarar görmesiyle sonuçlanabilir. Bu zarar, taraflardan birinin yok olması ya da komüniteden uzaklaşması şeklinde gerçekleşir.

Bir türe ait bireyler arasında meydana gelen rekabete **tür içi rekabet** adı verilir. Türün bireyleri arasında ışık, besin, barınma ve eş bulma rekabete neden olur. Örneğin tuz gölüne üremek için gelen flamingoların yırtıcılara karşı güvenli ve yavru bakımı için ideal yuvayı elde etmede verdikleri mücadele tür içi rekabettir. Tür içi rekabet popülasyon yoğunluğu üzerine etki ederek birey başına düşen kaynak alımı, avcılara ve hastalıklara karşı dayanıklılık, büyüme ve gelişme oranlarını olumsuz etkiler. Tür içi rekabette genetik çeşitlilik bireylerin birbiri üzerine üstünlük kurmasında önemli bir unsurdur. Örneğin bir buğday tarlasında uzun boylu buğdaylar kısa boylu buğdayların güneş almasını engelleyerek gölgede kalmalarına neden olur ve gelişimlerini baskılar. İri ve güçlü kedi yavrusu diğer yavruların anneyi emmesini engelleyerek yeterli besin almalarını kısıtlar.

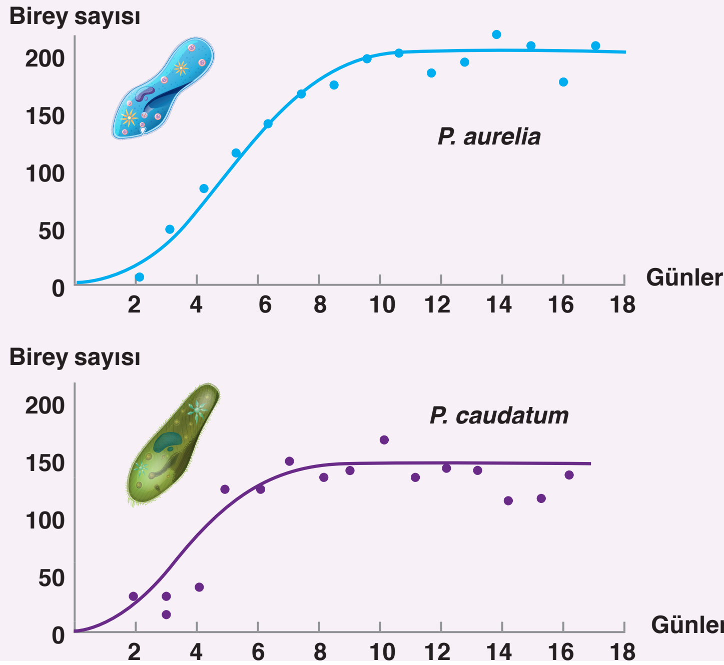
İki veya daha fazla türün bireylerinin sınırlı kaynaklar için girdikleri mücadeleye **türler arası rekabet** adı verilir. Türler arası rekabet komünitenin yapı ve dinamiklerini etkiler. Bu durum genellikle engelleme ve kaynak paylaşımı şeklinde ortaya çıkar. İki farklı türün bireyleri yuvalama, yavrularını savunma,

yiyecek, av gibi benzer kaynakları kullandıklarında birbirlerini etkiler. Örneğin çöl karıncası ve bal küpü karıncası aynı habitat içerisinde ve aynı besin kaynaklarını kullanan türlerdir. Çöl karıncaları eğer bal küpü karıncasının yuvasını bulursa yuva girişini ağızlarıyla taşıdıkları çakıl taşları ile doldurur. Böylece bal küpü karıncalarının yuvadan beslenmek için çıkmalarını engeller. Çöl karıncalarının bal küpü karıncalarına yaptıkları bu engelleme rekabeti kendilerine besin bulma konusunda bir avantaj sağlar.

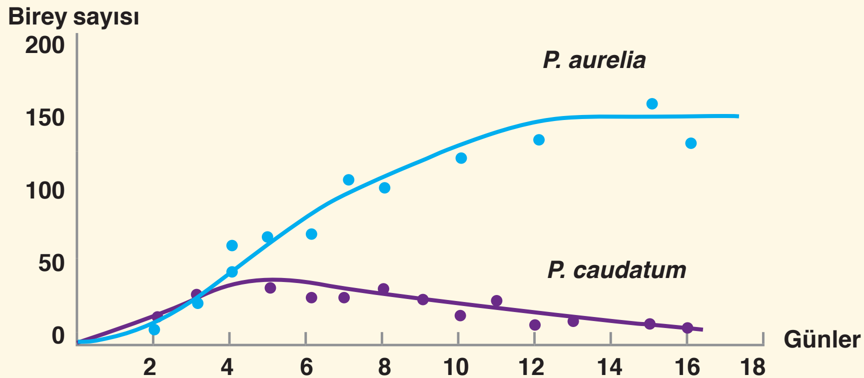
İki paramesyum türü olan *Paramecium aurelia* (*Paramesyum aurelya*) ve *Paramecium caudatum* (*Paramesyum kaudatum*) kullanılarak yapılan deneylerde rekabet gözlenebilir. Bu iki canlının laboratuvar ortamında her gün belirli miktar besinle yetiştirilmesiyle iki popülasyonun da hızla büyüyerek taşıma kapasitesine ulaştıkları görülmüştür. Toplanan verilerle lojistik büyüme eğrileri elde edilir (Grafik 2.1). Ancak bu iki tür aynı ortamda birlikte yetiştirildiğinde bir müddet sonra *P. caudatum* kültürden yok olmuştur. Bu sonuç, *P. aurelia*'nın besin elde etme konusunda rekabet üstünlüğünün olduğunu gösterir (Grafik 2.2). Sonuç olarak aynı sınırlayıcı kaynaklar için rekabet eden iki tür sürekli olarak bir arada kalamaz. Bir müdahale olmadığında, türlerden biri kaynakları daha etkili olarak kullanır ve diğerinden daha hızlı çoğalır. Türlerden birinin üstünlüğü diğer türün yok olmasına neden olabilir. Bu duruma **rekabette elenme** adı verilir.

Rekabette elenmeyi incelemek için karekodu okutunuz.





Grafik 2.1: *P. aurelia ve P. caudatum'un farklı ortamda büyüme eğrileri*



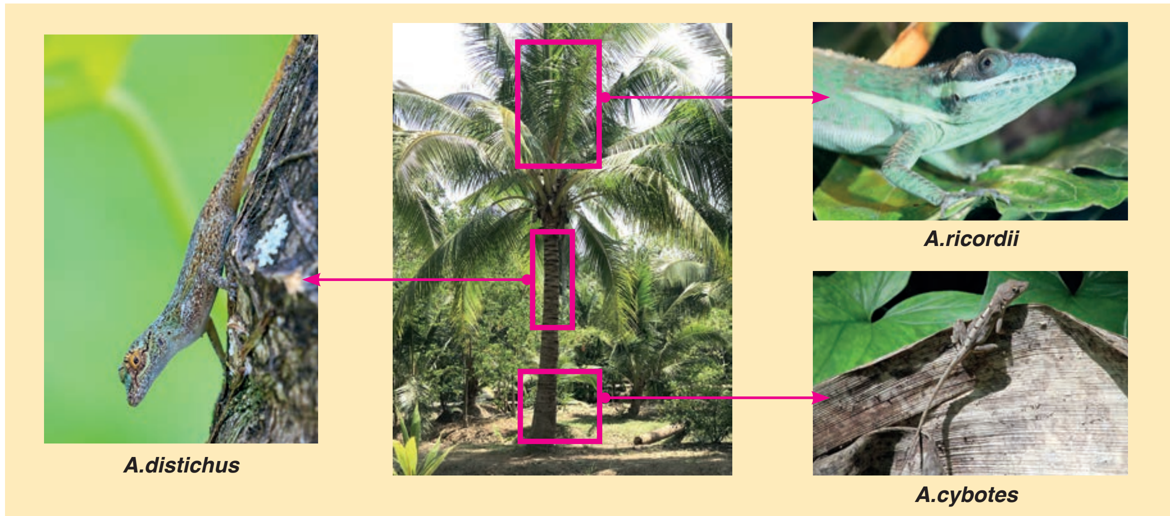
Grafik 2.2: *P. aurelia ve P. caudatum'un birlikte yetiştirilmesindeki popülasyon değişimi*

Aynı komünitede aynı sınırlı besin kaynağı ile beslenmek zorunda kalan iki tür arasındaki rekabet, farklı sonuçlar doğurabilir. Türlerden birinin ortadan kalkması ya da türlerden biri veya ikisinin birden birçok jenerasyon sonucunda yeni bir beslenme alışkanlığı kazanmaları bu sonuçlara örnek olarak verilebilir.

B12

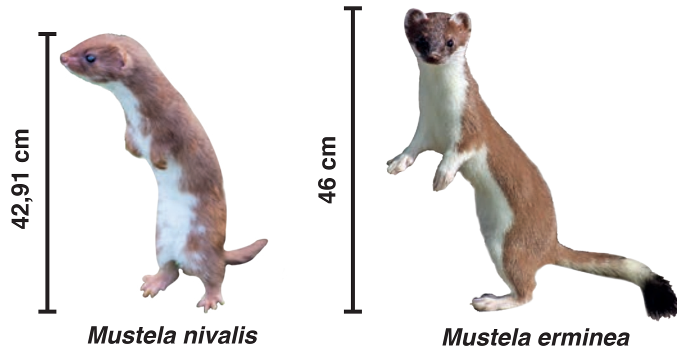
Ekolojik niş; bir canlının yaşadığı ortamın ekolojik şartları altında, içinde bulunduğu komünitedeki büyüme, üreme, beslenme gibi işlevleri ve statüsüdür. Buna göre, habitat bir canlının tabiattaki adresi, ekolojik niş ise bu adresteki işi başka bir deyişle mesleğidir.

Rekabet içindeki canlıların birbirini görmesine ya da duymasına gerek yoktur. Bir kaynak üzerinden sabah saatlerinde beslenen bir tür, aynı kaynaktan akşam saatlerinde beslenen bir türle kaynak paylaşımı için rekabet edebilir. Aynı kaynakları kullanan iki türden birinin zaman içerisinde doğal seçilim yolu ile kaynak kullanım biçimini değiştirmesi **kaynak paylaşımı** olarak adlandırılır. Aynı besin kaynaklarını kullanan ve aynı habitat içinde yer alan Dominik Cumhuriyeti'ndeki *Anolis* cinsine ait üç kertenkele türü kaynak paylaşımına örnek verilebilir (Görsel 2.7). Bu kertenkeleler birbirine yakın ancak farklı alanlarda (*A.ricordii* ağacın taç ve tepe dallarında, *A.distichus* ağacın gövdesinde güneş gören kısımlarında, *A.cybotes* ağacın alt gövdesi ve zemin kısmında) yaşayarak rekabeti azaltmak için kaynak paylaşımına gitmişlerdir. Böylece kertenkeleler aynı habitat içinde farklı alanları işgal eder.



Görsel 2.7
Aynı habitatta Anolis cinsi kertenkele türlerinin kaynak paylaşımı

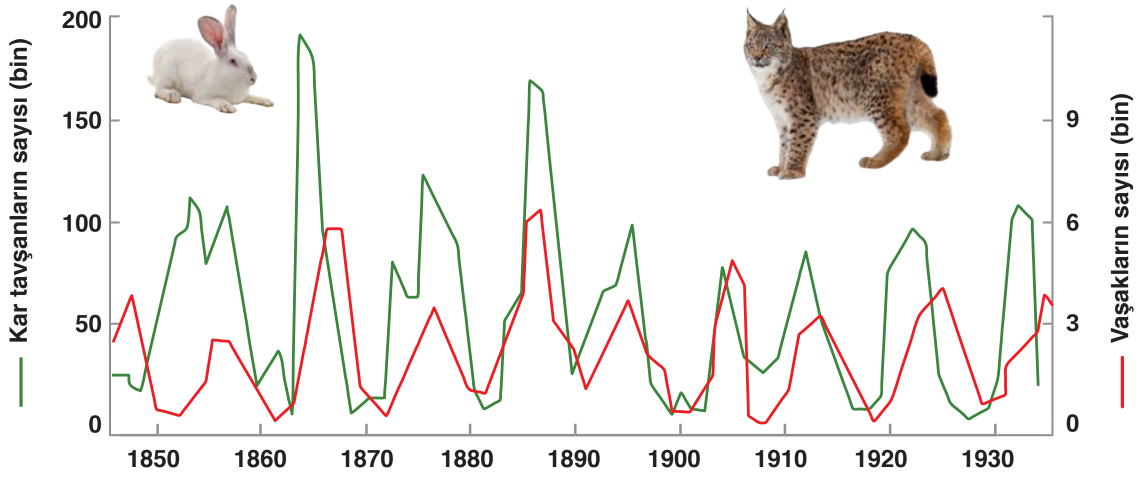
Kaynak paylaşımı türlerin aynı habitat içinde yaşamalarına izin verse de ekolojik niş değişimi canlılarda morfolojik değişikliklere ve davranış değişikliklerine neden olur. Bu duruma **karakter değişimi** (karakter kayması) adı verilir. Karakter değişimi kış mevsimini geçirmede, üreme zamanlarında, beslenme alışkanlıklarında ve vücut büyüklüklerinde farklılaşma şeklinde gerçekleşebilir. Örneğin gelincik türleri *Mustela nivalis* (*Mustela nivalis*) ve *Mustela erminea* (*Mustela erminia*)'nın vücut büyüklükleri incelenmiştir (Görsel 2.8). Rekabetsiz ayrı ayrı bulundukları ortamda *M. nivalis* 42,91 cm, *M. erminea* 46,0 cm boy ortalamalarına sahipken iki türün aynı habitatta bulunmaları durumunda *M.nivalis* 39,3 cm, *M. erminea* 50,4 cm boy ortalamasında ölçülmüştür. Gelinciklerin vücut büyüklüklerindeki değişim aynı komünite içinde beslenme farklılığı ve çeşitliliği sağlar.



Görsel 2.8
Rekabetsiz ortamda iki gelincik türünün büyüklükleri

AV-AVCI İLİŞKİSİ

Komünitelerde canlılar arası av-avcı ilişkileri, en çok dikkat çeken etkileşimlerdendir. Bir canlı, başka canlıları besin olarak tüketmek için saldırıp yaralıyor ya da öldürüyorsa **avcı**; yaralanan ya da ölen, **av** adını alır. Av-avcı arasında "- / +" ilişki tipi vardır. Avcı yarar görürken av zarar görür. Komünitede genel olarak av sayısı avcı sayısından fazladır. Av-avcı ilişkisinin dengede kalabilmesi için bu unsur önemlidir. Komünitedeki av sayısı yani toplam av biyokütlesi ne kadar çok ise avcı için besin kaynağı o kadar fazladır. Avın çok olması avcı sayısını artırır ve buna bağlı olarak av sayısında azalma meydana gelir. Av sayısı azaldığında avcı için yeterli av olmaz ve avcıların bir kısmı komüniteden ya göç eder ya da yok olur. Böylece av-avcı arasında birbirini izleyen artış ve azalışlar meydana gelir. Bu grafiksel olarak gösterilmek istendiğinde sürekli iniş ve çıkışları olan bir grafik ortaya çıkar (Grafik 2.3).



Grafik 2.3: *Vaşak ve kar tavşanı arasındaki yıllara göre sayısal değişim grafiği*

Avcıların uyum yeteneği; avı tükettiklerinde elde edecekleri enerji miktarı ile o avı takip etme, yakalama ve etkisiz hâle getirmeleri için harcayacakları enerji miktarı arasındaki dengeye bağlıdır. Besinin minimum boyutunu ya da toplam biyokütlesini bu denge belirler. Bir kartal daha büyük avlar dururken çekirge avlamaya çalışmaz. Çünkü çekirgeyi avlamak için kaybedeceği enerjiyi çekirge karşılamaz. Ama bir kerkenez için çekirge avlamak bu açıdan kârlı olabilir (Görsel 2.9). Gelincikler fareleri avlayarak karınlarını doyurabilir. Kurtlar ise fareleri avlayarak karınlarını doyuramaz. Eğer fare ortamda çok bol bulunursa fare avlamak kurt için de kârlı olabilir. Bu kural, daha çok karnivorlar için geçerlidir.



Görsel 2.9
Çekirgeyle beslenen kerkenez

Çoğu avcı, avlarından daha büyük bir yapıya sahiptir. Avlarını yakalamak için güçlü ve daha çevik olma yeteneklerini kullanırlar. Bu her avcı için geçerlidir. Antilop kovalayan aslandan küçük böcekleri kovalayan peygamber devesi böceğine kadar hepsi avından hızlı, güçlü ve daha gelişmiş bir çene yapısına sahiptir. Avcılarda meydana gelen avlanma adaptasyonları sadece güç ve çeviklik değildir. Avcıların çoğu; avlarını tanımak ve bulmak için keskin duyulara, kamuflaj yeteneğine, pençelere, dişlere, iğneye ya da zehre sahip olabilirler. Örneğin çıngıraklı yılanlar gözleri ile burun delikleri arasında bulunan sıcaklığa duyarlı organları ile avlarının yerini tespit eder, akrepler zehirli iğneleri ile avlarını etkisiz hâle getirir.

Avcının avını yakalamak için adaptasyonlara sahip olması gibi av olan türler de yenilmekten kurtulmak için adaptasyonlara sahiptir. Saklanma, uçma, grup oluşturma ya da savunma sık görülen davranışlardan bazılarıdır. Av olan canlılar aynı zamanda morfolojik ve fizyolojik savunma adaptasyonları da sergiler. Kamuflaj, mekanik ve kimyasal savunmalar, toksin sentezleme, parlak renklenme, diğer türlere benzeme bunlardan bazılarıdır. Kirpi mekanik olarak dikenleri ile kokarca ise salgıladığı kimyasallarla kendini korumaya çalışır. Ok kurbağası da hem zehirli salgılarıyla hem de parlak renkleri ile avcılardan kendisini koruyabilir (Görsel 2.10).


Kirpi


Ok kurbağası

Görsel 2.10
Hayvanlarda savunma örnekleri

Organizmaların beslenme, korunma, savunma gibi ihtiyaçları doğrultusunda başka bir organizmaya renk ve görünüm bakımından benzemesine **mimikri** adı verilir. Şahin güvesi [*Hemeroplanes ornatus (Hemeroplan ornatus)*] larvası, rahatsız edildiğinde yeşil papağan yılanının başına benzer şekilde baş ve göğsünü şişirir (Görsel 2.11). Drone sineği, bal arısına benzeyen görüntüsüyle düşmanlarından korunur. Balıkları yakalayarak beslenen timsah kapan kaplumbağası solucan görünümünde bir dile sahiptir. Mimikriye bir başka örnek de *Maculinea arion (Makulini ariyon)* adlı kelebeğin tırtılıdır. Tırtıllar gelişiminin son evresinde karınca larvalarına büyüklük, renk ve vücut örtüsü bakımından çok benzer. Karıncalar bu larvayı yuvalarına taşır ve besler. Tırtıllar karınca yuvalarında gelişimlerini tamamlayarak kelebeğe dönüşür.


Şahin güvesi larvası


Yeşil papağan yılanı

Görsel 2.11
Şahin güvesi larvasında mimikri

Avcılar avlarını yakalamak için kullandıkları fizyolojik ve morfolojik teknikleri zaman içerisinde geliştirir. Ancak avlar da avcılardan kendilerini korumak için bu değişime ayak uydurur. Örneğin yarasalar avlanmak için sonar kullanır. Gönderdiği ultrasonik dalgaların geri dönüşleriyle avının yerini belirler ve yakalar. Bazı güveler yarasanın bu saldırı taktiğine karşı yarasa sonarını algılayan kulaklar geliştirmiştir. Bu, yarasanın güveyi yakalamasını zorlaştırır. Bazı güvelerse ürettikleri ultrasonik ses zincirleriyle yarasa sonarını bozmaktadır. Yarasalar da bu güvelerin yakalayamadığı bir sonar frekansından yayın yapar ya da kendi yayınını tamamen durdurup güvenin çıkardığı sesleri takip etmeye başlar. Bu av-avcı ilişkisine güvelerin kulaklarına yerleşen akarlar (maytlar) da eklenir.

Akarlar güvenin kulaklarının işlevini bozar ancak bu akarlar için sorun oluşturur. Güveyi yarasa yerse akarlar da yenmiş olur. Bu nedenle akarlar güvelerin sonar bozan kulaklarından sadece birine yerleşir. Böylece güve, yarasanın sonar sistemini bozmaya devam eder. Böcekler onları tüketen kuşlara karşı zekice savunma taktikleri geliştirmiştir. Kuşlar tırtılların tam yenmemiş yaprakların yakınında bulunduğunu öğrenmiştir. Bunun üzerine tırtıllar beslenme davranışlarını değiştirerek yedikleri yaprakları tamamen tüketmeye başlamışlardır. Savunma çeşitliliği bazen savunma stratejisi olabilmektedir. Avın davranışı ve görünüş çeşitliliği arttıkça avcının avını yakalaması zorlaşır

1.3. KOMÜNİTEDE TÜRLER ARASINDA SİMBİYOTİK İLİŞKİLER

Komüniteyi oluşturan canlılar arasında enerjinin kaynağından son kullanımına doğru karmaşık bir yapılanma vardır. Komünitede enerji kaynağı üreticilerdir.

Üreticiden son tüketiciye doğru canlılar, aralarında oluşturdukları besin ağı ile enerji aktarımını sağlar. Tüketici canlılar besinlerini büyük parçalar hâlinde ya da ölü bitki ve hayvan atıklarını parçalayarak elde eder. Büyük parçalar hâlinde alınan besinlerin enzimler ve yardımcı yapılar sayesinde küçük parçalara ayrılarak sindirilmesine **holozoik beslenme** adı verilir. Holozoik beslenmede canlılar; **otçul** (herbivor), **etçil** (karnivor) ve **hepçil** (omnivor) beslenen canlılar olarak sınıflandırılır. Ölü bitki ve hayvan atıklarını parçalayarak beslenen canlılara **saprotrof** (çürükçül, ayrıştırıcı) canlılar adı verilir.

B12

Fotosentez ve kemosentez yaparak inorganik maddelerden organik madde üreten canlılara **üretici canlılar** adı verilir. İhtiyaç duyduğu besin ve enerjiyi, üreticiler ve diğer canlıları tüketerek karşılayan canlılara da **tüketici canlılar** denir.

Komünitelerde beslenme ilişkilerinin görülmesinin yanında canlılar nişlerini yerine getirebilmek için birlikte yaşam ilişkileri de gösterir. Aynı komünitede bulunan farklı iki türün bir arada yaşamasına **simbiyotik yaşam** adı verilir. Amensalizm, mutualizm, kommensalizm ve parazitizm simbiyotik yaşam çeşitleridir.

AMENSALİZM

Bir türe ait organizmanın herhangi bir fayda sağlamadan başka bir türün bireylerine zarar verdiği etkileşim biçimi **amensalizm** olarak adlandırılır. Amensalizm "0 / -" şeklinde ifade edilir. Büyük karasal omurgalılar hareket hâlindeyken otları ezerek onlara zarar verir. Aynı zamanda otların arasında saklanan omurgasızların açığa çıkmalarına ve avcılara yem olmalarına neden olur (Görsel 2.12). Büyük karasal omurgalı canlılar bu davranışlarından ötürü herhangi bir fayda sağlamazken ezdikleri otlar ve avcılara yem olan küçük omurgasız canlılar ise zarar görür.



Görsel 2.12
Mandalar, otlar ve omurgasızlar arasındaki amensalizm

Bazen iki tür arasında gözlemlenen rekabette bir türün üzerinde çok fazla ya da diğer güçlü türün üzerinde ölçülemeyecek kadar küçük olumsuz etki söz konusu olabilir. Böyle bir asimetrik rekabet, amensalizmle karıştırılabilir. Bunu ayırt etmenin en iyi yolu etkileşimdeki popülasyonların büyüklüğüne bakmaktır. Rekabette her iki popülasyon büyüklüğünde de azalma olurken amensalizmde ise etkileşimdeki türlerden sadece birinde azalma olur.

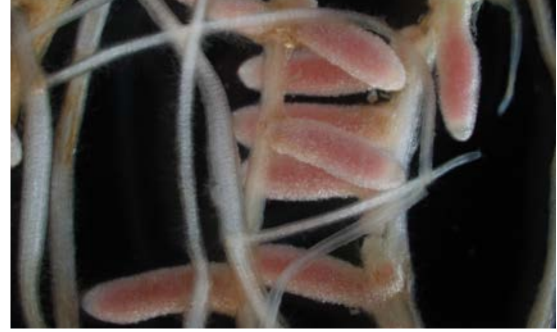
MERAKLISINA

Etkileşimde olan iki türden birinin salgıladığı alelokimyasal denilen maddeler sayesinde diğer türün popülasyonunun büyümesinin engellenmesine **alelopati** denir. Bazı bakteriler, mantarlar, bitkiler gibi çeşitli canlılar başka bir tür için toksik etkiye sahip alelokimyasalları üretebilir. Örneğin ceviz ağacı yapraklarının üretmiş olduğu salgılar toprağa karışarak diğer türlerin gelişmesini engeller. Bundan dolayı alelopati "+ / -" şeklinde ifade edilir.

MUTUALİZM

Her iki türün de fayda sağladığı "+ / +" şeklinde ifade edilen bir simbiyotik ilişki tipidir. Doğal ekosistemlerde birçok bitki ve hayvan arasında mutualist ilişki vardır. Mutualizm farklı canlılar arasında da görülebilir. İnsanın kalın bağırsağında yaşayan; K ve B vitamini üreten bakteriler ürettikleri vitaminlerle sindirim faaliyetlerinin kolaylaşmasına, zararlı bakterilerin üremesinin engellenmesine ve bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardımcı olur. İnsanlar da bu bakterilere besin ve barınma sağlar.

Otçul memeliler selülozu sindiremez. Sindirim sisteminde yaşayan ve selüloz sindiren bakteriler sayesinde selülozun glikoza parçalanması sağlanır. Böylece selülozu sindiren bakteriler kendileri ve otçullar için glikoz üretimi yapmış olur. Otçul memeli de bakteri için besin ve barınma ortamı sağlar.



Görsel 2.13
Baklagillerin köklerindeki Rhizobium nodülleri

Tozlaşma ve tohumların dağıtılması, bitki ve hayvan türleri arasında her iki taraf açısından da faydaya dayanan örneklerdir. Hayvanlar bitkilerin meyvelerini besin olarak tüketirken aynı zamanda bitkilerin tohumlarının da yayılımını sağlar. Mutualist ilişkiye bir başka örnek de bitkiler ve bakteriler arasında gerçekleşir. Baklagillerin köklerindeki nodüllerde yaşayan *Rhizobium* (*Rizobiyum*) cinsi bakteri havadaki azotu bağlayarak bitkinin kullanmasını sağlarken bitki de bakteriye besin sağlar (Görsel 2.13).



Görsel 2.14
Ağaç gövdesindeki likenler

Bazı mutualist ilişkilerde iki canlının birlikteliği canlıların yaşamlarının devamlılığı için önemlidir. Bu tür birlikteliklerde canlılardan en az biri diğeri olmadan hayatta kalamaz. Alg ve mantar birlikteliğinden oluşan likenlerde mantarın görevi alglere inorganik madde ve su sağlamaktır. Algler ise fotosentez ile bu birliktelik için gerekli organik molekülleri sentezler ve oksijen üretir. Alg ve mantar birlikteliği biterse en az ikisinden biri hayatta kalamaz. Bu birlikteliğe **sıkı** (zorunlu) **mutualizm** adı verilir (Görsel 2.14).



Görsel 2.15
Akasya ağacı ve karıncalar

Bazı mutualist birlikteliklerde böyle bir zorunluluk yoktur. Birbirlerinden ayrıldıklarında da yaşamlarına devam edebilirler. Bu mutualizm çeşidine **isteğe bağlı** (gevşek) **mutualizm** adı verilir. Akasya ağacı ile karınca arasındaki ilişki isteğe bağlı mutualizme örnek verilebilir. Akasya karıncaya ürettiği nektarla besin sağlarken karınca ise ağacı zararlı böceklerden korur. Birliktelikleri bitse de iki canlı türü yaşamlarına devam edebilir (Görsel 2.15).

KENDİNİ GELİŞTİR

Farklı canlı örnekleri üzerinden aralarında mutualistik ilişki bulunan canlıları araştırarak bir infografik hazırlayınız. Hazırladığınız ürünü arkadaşlarınızla paylaşınız.

KOMMENSALİZM

Kommensalizm, birlikte yaşayan iki türden birinin bu birliktelikten yarar sağladığı, diğer türün yarar ya da zarar görmediği "+ / 0" şeklinde ifade edilen simbiyotik ilişki türüdür. Türler arasındaki yakın ilişki, çok az olsa da iki türü birden etkilediğinden doğadaki kommensal ilişkileri kanıtlamak zordur. Bizon, fil, sığır, antilop gibi otçulların beslenirken yürüdükleri yerlerde açığa çıkan böcekler küçük beyaz balıkçılların besini olur. Küçük beyaz balıkçıllar bu birliktelikten yarar sağlarken otçullar etkilenmez. Köpek balıklarına vantuzları ile yapışan Remora balıkları, köpek balıklarına tutunarak yer değiştirir ve onların besin parçacıkları ile beslenir. Remora balıkları bu ilişkiden yarar sağlarken köpek balığı olumlu ya da olumsuz bir etki görmez (Görsel 2.16). Su kaplumbağalarının kabuğuna tutunarak yaşayan algler, kaplumbağa ile yer değiştirir ve başka canlılara yem olmaktan korunurken kaplumbağanın algden yarar ya da zarar görmesi söz konusu değildir.


Fil ile beyaz balıkçıl


Köpek balığı ile Remora balığı

Görsel 2.16
Fil ile beyaz balıkçıl, köpek balığı ile Remora balığının simbiyotik ilişkisi

KENDİNİ GELİŞTİR

Farklı canlı örnekleri üzerinden kommensalizm görülen canlıları araştırarak bir infografik hazırlayınız. Hazırladığınız ürünü arkadaşlarınızla paylaşınız.

PARAZİTİZM

Ekosistemlerde yaygın olarak görülen türler arası ilişkilerden biri de parazitlik (asalaklık) ilişkileridir. Bu ilişkide bir tür, yarar görürken diğeri doğrudan zarar görür. Parazitlik "+ / -" olarak ifade edilir. Parazitlikte bir organizma diğerine bağlı yaşar. Üzerinde yaşadığı canlıdan beslenen ve ona zarar veren canlıya **parazit** (asalak) adı verilir. Zarar gören canlıya da **konak** denir. Parazitler; virüsler olabildiği gibi bakteri, protista veya bazı mantar türleri gibi tek hücreli ya da bazı hayvan ve bitki türleri gibi çok hücreli organizmalar da olabilir. Doğal ortamında bir canlının parazitlerin birkaç çeşidine ev sahipliği yapması nadirdir. Ancak birçok parazitin birden çok konağı içine alan karmaşık hayat döngüleri vardır. Tek hücreli parazitler çok sayıdadır ve ev sahipliği yapan organizmada (konakta) çoğaldığından sayılarını tahmin etmek zordur. Yapılan çalışmalarda bunların bulaştığı konak sayısı (hastalığın bulaştığı hasta sayısı) dikkate alınır. Çok hücreli parazitler konakta genelde vücut yüzeyinde ya da vücudun çeşitli yerlerinde (bağırsaklar) yaşar. Bir konaktaki sayıları bulunabilir veya tahmin edilebilir. Parazitlerin çoğu üzerinde bulunduğu konağın hastalanmasına ya da ölümüne neden olur. Ancak parazit türün varlığını sürdürmesi konağın hayatını devam ettirmesiyle mümkündür.

Parazitlerin bir kısmı vektörlerle konağa taşınır. Bazı hastalık etkeni mikroorganizma veya paraziti vücudunda bulunduran ve başka konaklara aktarılmasını sağlayan canlılara **vektör** (taşıyıcı) adı verilir. Vektörler eklem bacaklı, omurgalı veya omurgasız canlılar olabilir. Tek hücreli parazitlerden *Trypanosoma* (*Tripanozoma*), çeçe sineği ile taşınır ve insanlarda uyku hastalığına neden olur. *Plazmodyum malaria* (*Plazmodyum malarya*) isimli tür, Anofel cinsi sivrisinekler aracılığıyla insanlarda sıtma hastalığına neden olur.

Bitkisel parazitler **emeç** adı verilen köke benzer yapıları ile başka bir bitkiden besin, su ve mineral alan bitkilerdir. Bitkisel parazitler **yarı parazit** ve **tam parazit** olmak üzere iki grupta incelenir. Yarı parazit bitkiler, emeçlerini üzerinde bulunduğu bitkinin odun borusuna (kökleriyle aldıkları su ve mineralleri yapraklara kadar taşıyan yapılar) kadar uzatarak su ve mineralleri alır. Bu bitkiler ihtiyaç duyduğu besini yapraklarında fotosentezle kendisi üretir. Ökse otu yarı parazit bir bitki türüdür (Görsel 2.17).



Görsel 2.17
Ağaç üzerinde yarı parazit ökse otu

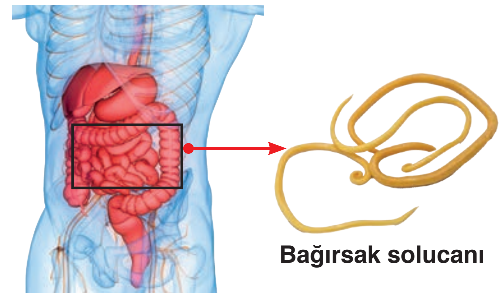
Tam parazit bitkiler, emeçleriyle konak bitkinin odun ve soymuk borularına ulaşarak besin, su ve mineral ihtiyacını karşılar. Canavar otu, küsküt otu tam parazit bitkilerdir (Görsel 2.18). Bu bitkiler klorofilsizdir, bu nedenle fotosentez yapamaz. Su, mineral ve besin ihtiyacı için tamamen üzerinde bulunduğu bitkiye bağımlıdır.



Görsel 2.18
Bitki üzerini sarmış tam parazit küsküt otu

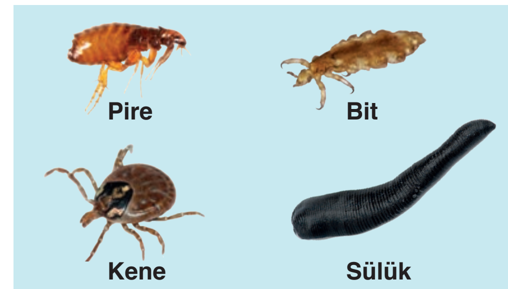
Hayvansal parazitler ihtiyaç duydukları besin ve enerjiyi genellikle kendilerinden büyük olan konak içinde ya da üzerinde yaşayarak elde eder. Konakta uzun süre kalabilmek ve konağı tespit edebilmek için duyu ve tutunma organları iyi gelişmiştir. Ayrıca rahatsız olan konağın onları kendilerinden uzaklaştırmasını azaltmak için tasarlanmış; düzleşmiş vücut, kalın ve sert bir dış tabaka gibi bazı adaptasyonlar edinmişlerdir. Konağın vücudu içinde yaşayan hayvansal parazitlere **iç parazit** (endoparazit), konağın üzerinden beslenen parazitlere **dış parazit** (ektoparazit) adı verilir.

İç parazitler konağın sindirim ürünleri ile beslenir.İç parazitler; konağın sindirim kanalında, iç organlarında, dokuları arasında ya da kanında yaşar. Tenya, kıl kurdu, bağırsak solucanı iç parazit hayvanlardır (Görsel 2.19). Birçoğunda hareket, duyu ve sinir sistemleri tam gelişmemişken üreme sistemleri oldukça iyi gelişmiştir. İç parazitler konaklarının sadece besinine ortak olmaz aynı zamanda konağın zayıf düşmesine, birçok başka hastalık etkenini de konağa taşıyarak hastalık ve ölümüne neden olabilir. Bağırsak parazitleri insanda yerleştiği organa bağlı olarak anüste kaşıntı, kansızlık, kusma, ishal, uyurken ağızdan normalden fazla salya gelmesi gibi belirtilere neden olur. İç parazitler; böcek ısırığı, ağız yolu, iyi pişirilmemiş etler, iyi yıkanmamış sebze ve meyveler gibi farklı yollarla insana geçebilir.



Görsel 2.19
Sindirim ürünleri ile beslenen bağırsak solucanı

Dış parazitler konağın üzerine tutunup kan emerek beslenir. Dış parazitlerin ağız yapıları beslenme şekillerine göre kesici, delici, emici olabilir. Konakla birliktelikleri sülük ve sivrisinekte olduğu gibi doyana kadar veya bit ve piredeki gibi yaşamları süresince devam edebilir. Gelişmiş duyu ve hareket sistemleri vardır. Konak üzerinde aktif olarak yer değiştirebilirler. Bit, pire, kene, akarlar, sülük ve sivrisinek dış parazitlere örnek canlılardır (Görsel 2.20).



Görsel 2.20
Dış parazit örnekleri

1.4. KOMÜNİTELERDEKİ SÜKSESYON

Komünitelerin değişim nedenlerini abiyotik ve biyotik faktörler oluşturur. Sıcaklık, ışık, kuraklık, rüzgâr, doğal yangınlar, su, tuzluluk, pH, radyoaktif maddeler, tarım ilaçları gibi etkenler **abiyotik faktörlerdir**. Bitki ve hayvan çeşitliliği, mikroorganizmalar ve insan **biyotik faktörleri** meydana getirir. Biyotik ve abiyotik unsurlardan kaynaklı organizmaların ortadan kalkması ya da kaynak kullanımının değişmesi komünitenin yapısını değiştirir. Bu değişime **bozunum** adı verilir. Komünitelerin özelliklerinin belirlenmesinde çok çeşitli unsur ve etkenin birlikte çalışması onların sabit bir yapıya sahip olmadığını gösterir. Komünitelerin hepsi zaman içinde değişimlere uğrar. Eğer değişimlerin boyutu çok büyükse komünitenin özellikleri ve işleyişi büyük ölçüde bozulur hatta ortadan kalkar. Bu durumda zamanla başka bir komünite öncekinin yerini alabilir. Yıkıcı faktörler komüniteyi yok edecek şekilde etkili olmazsa zaman içinde ortam koşullarına büyük ölçüde uyum sağlamış ve en yüksek düzeyde gelişme göstermiş, dengelenmiş bir komünite oluşur. Böyle komünitelere **klimaks komünite** adı verilir (Görsel 2.21). Klimaks komünitelerde önemli türlerin popülasyonlarında, ölüm ve doğum oranları dengelidir. Klimaks komünite dengeli ve kararlı bir yapıya sahiptir.



Görsel 2.21
Klimaks komünite örneği

Bozulmuş alanlarda uzun zaman içinde türlerin aşamalı olarak birbirinin yerini almalarına **süksesyon** (sıralı değişim) adı verilir. Değişim meydana gelirken komünitede tür çeşitliliği, yoğunluğu ve baskın tür farklılık gösterir. Süksesyon, var olan tüm organizmaları ortadan kaldıran ve çıplak bir zemin oluşumuna sebep olan bozunma olayından sonra daha net ortaya çıkar. Yeni açığa çıkan yeryüzü şekillerinde meydana gelen süksesyonlar, **birincil süksesyon** olarak değerlendirilir. Yeni açığa çıkan yeryüzü şekillerinde toprak oluşmamış ve yaşam belirtisi yoktur. Birincil süksesyonun gerçekleştiği bu alanlara volkanik faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan lav akışlarıyla, tüflerle tamamen örtülen alanlar ve buzulların gerilemesiyle açığa çıkan alanlar örnek verilebilir.

Karasal ekosistemlerde yangın, fırtına gibi olumsuz durumlar bitki örtüsünü kısmen veya tamamen yok eder. Geriye toprak örtüsü, bitkilerin tohumları ve sporlar kalır. Zaman içinde bu alanlarda gelişim süreci yeniden başlar. Türlerin ve ekosistemin tekrar sıralı gelişimine **ikincil süksesyon** adı verilir. Süksesyonun başlangıcından bir süre sonra bitki çeşitliliğine bağlı olarak hayvanlar da süksesyon alanına yerleşmeye başlar. Süksesyonun en son aşamasını klimaks meydana getirir. Doğu Karadeniz kıyılarının bozulmamış ormanları; doğal ortam koşullarıyla bütünüyle uyum hâlinde olan,

ileri düzeyde gelişime erişmiş klimaks komünite örneği olarak değerlendirilebilir. Kıyı kumulları, denizlerin kıyılarında birincil süksesyon örneği sergiler (Görsel 2.22).



Görsel 2.22
Kıyı kumullarındaki süksesyon

Bitki yaşamı açısından zor kısım denizden sonra başlayan hareketli kumul alanlarıdır. Besin maddesinin az olması, tuz yoğunluğunun fazla olması, kuma gömülme gibi özellikler bitkiler için zor yetişme ortamı oluşturur. Bu alanda kum zambağı gibi rizomlu, kısa ömürlü bitkiler yer alır. Daha gerideki sabit kumullarda bitki çeşitliliği çok daha gelişmiştir. Sabit kumul alanları, Akdeniz kıyılarında olduğu gibi kızılçam, fıstık çamı gibi ağaç türleri ve makilerle kaplıdır. Ayrıca ülkemizde terk edilen tarım alanlarında ikincil süksesyon örnekleri görülebilir. Karadeniz kıyılarında ormanların kesilmesiyle oluşturulan tarım alanları bazen terk edilmektedir. Bu alanlara bir süre sonra önce ot türleri, daha sonra çalı ve ağaç türleri yerleşmektedir (Görsel 2.23).



Görsel 2. 23
Terk edilen tarım arazisindeki süksesyon

Doğal süksesyonlar oluşumlarını yavaş bir şekilde tamamlar ve belirli bir bölge içinde gerçekleşir. İnsan kaynaklı bozunmayla ortaya çıkan süksesyonlar çok daha kısa süre içinde gerçekleşir ve ekosistemlerdeki etkileri de büyüktür. Bozunmaya dayalı süksesyonların hızı; endüstriyel gelişimin hızlı ve kontrolsüz olması, araç sayısının artması, teknolojinin çok hızlı gelişmesi, nüfus artışı, küresel ısınma gibi güncel sorunlarla daha da artmıştır. İnsanların çevreye olumsuz etkileri bu hızla devam eder ve gerekli önlemler alınmazsa gelecek nesillere bırakılacak bir dünya kalmayacaktır. Doğa için alınması gereken önlemlere ve sorumluluklara öncelikle yakın çevreden başlamalıdır. Çevresine ve doğaya saygı duyan, kirletmeyen, bozunmasını elinden geldiğince engelleyen bilinçli bir toplum oluşturmak gelecek nesillerin güvencesi olacaktır. Çevre ve doğaya karşı sorumluluk bilinci gelişmiş bireyler, insanlara ve diğer canlılara değer verir. Canlıların yaşama haklarını gözetir, merhametli davranır.

Aşağıdaki doğru yanlış sorusunu cevaplayınız. Yanlış bilginin doğrusunu tablodaki boşluğa yazınız.

1.

	D / Y	YANLIŞ İSE DOĞRUSU
a) Bir komünitedeki tür çeşitliliğini, komünitedeki tür zenginliği ve bu türlerin her birinin birey sayısının oranı belirler.		
b) Kilit taşı türler, komünitede sayısı ve biyokütlesi en fazla bulunan türlerdir.		
c) Komünitede aynı kaynakla beslenen türler rekabette hayatta kalma şansını artırmak için zaman içinde morfolojik ve davranışsal değişimler geçirmiştir.		
ç) Av-avcı ilişkisinde mimikri sadece av olan canlıya yarar sağlar.		
d) Tropikal bölgeler tür çeşitliliğinin en fazla olduğu bölgelerdir.		
e) Yüksek tür çeşitliliğine sahip komüniteler istilacı türlere karşı daha dirençlidir.		
f) Sularda derinlere inildikçe tür çeşitliliği artar.		
g) Karnivor canlılar sadece otla beslenirken herbivor canlılar hem ot hem de etle beslenir.		
ğ) Kaynak paylaşımı türlerin bir arada yaşamasına imkân verir.		
h) Timsah ve ağzındaki atıklarla beslenen kuşlar arasındaki ilişki sıkı mutualizm örneğidir.		

2-5. açık uçlu soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Kuzey Pasifik'teki Aleutian ada zincirinde bulunan yosun ormanları (Kelp ormanları) birçok tür için üreme, barınma, korunma ve beslenme alanıdır. Yosun ormanları ile su samurları arasında türler arası ilişki görülür. Su samurları deniz kestaneleri ile beslenir. Deniz kestanelerinin besin kaynağı ise yosunlardır. Bölgeye katil balinaların gelmesiyle su samurlarının sayıları azalmıştır. Buna bağlı olarak deniz kestanelerinin sayıları artmış, yosun ormanları azalmıştır.

2. Bahsi geçen türlerin bulunduğu bir komünitedeki besin zincirini sırasıyla yazınız.

....
....
....

3. Komünitedeki baskın tür hangisidir? Açıklayınız.

....
....

4. Komünitedeki kilit taşı tür hangisidir? Açıklayınız.

....
....

5. Kilit taşı türün azalmasının komünitedeki diğer türler üzerine etkileri nelerdir? Yazınız.

....
....
....
....

6–19. çoktan seçmeli soruları okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Ekotonlar için aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Türler arası rekabet fazladır.

B) Toleransı en az olan türler yaşayabilir.

C) Madde döngüsü hızlıdır.

D) Tür içi birey sayısı azdır.

E) Tür çeşidi çoktur.

7. Ekolojik niş değişimi canlılarda morfolojik değişikliklere ve davranış değişikliklerine neden olur. Bu duruma karakter farklılaşması (karakter değiştirme) adı verilir.

Aşağıdakilerden hangisi karakter farklılaşmasına örnek olarak verilemez?

A) Kış mevsimini geçirme

B) Üreme zamanının değişmesi

C) Beslenme alışkanlıklarının değişmesi

D) Vücut büyüklüklerinde farklılaşma

E) Kromozom sayısının değişmesi

8. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Komünitelerin yapısını kuvvetli bir şekilde kontrol eden türe kilit taşı tür denir.

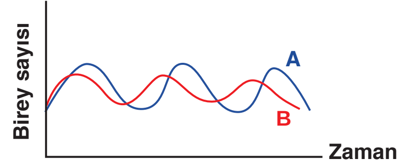
B) Komünitede toplamda en yüksek biyokütleye sahip türe baskın tür denir.

C) Komüniteyi oluşturan farklı türlerin zenginliğine tür çeşitliliği denir.

D) Ekolojik toleransı yüksek olması nedeniyle çevresel değişimlerden en kolay etkilenen türlere gösterge tür denir.

E) Başka bir ekosistemden doğal düşmanlarının olmadığı ortama gelerek hızla çoğalan ve komünitenin yapısını bozan türlere istilacı türler denir.

9. Biri herbivor diğeri karnivor olan A ve B popülasyonlarının zamanla birey sayılarındaki değişimi gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



Bu iki popülasyonla ilgili olarak

I. A popülasyonu B popülasyonu ile beslenmektedir.

II. B popülasyonunun komüniteden çıkması A popülasyonun sürekli artmasına neden olur.

III. A ve B popülasyonlarının aralarında rekabet ilişkisi vardır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

10. Dengeli ve kararlı yapıya sahip bir ormanda

I. Yangınlar

II. Volkanik patlamalar

III. Yağış artışı

etkenlerinden hangileri bu durumu bozabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

11. Tabanca karidesleri yuva kazar ve bu yuvayı kaya balığı ile paylaşır. Yuva dışına çıktıklarında birbirlerine yakın dururlar ve karides, dokunaçlarını balığa temas ettirir. Kaya balığı bir tehlike fark ettiğinde karides bunu algılar ve saklanır.

Aşağıda verilen simbiyotik ilişkilerden hangisi verilen örnekteki birliktelikle aynı grupta değildir?

A) Karıncalar yaprak bitleri tarafından üretilen özsu ile beslenir ve karşılığında onlara koruma sağlar.

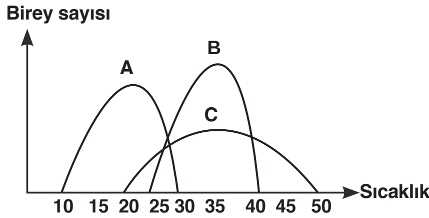
B) Mercanlar bir alg türüne barınak sağlarken alg, mercana besin ve oksijen sağlar.

C) Remora balıkları, köpek balıklarına tutunarak yer değiştirir ve besin artıklarıyla beslenir.

D) Öküzkakan kuşları büyük memeli hayvanların sırtlarındaki parazitlerle beslenir.

E) Bakteriler insanda sindirime yardımcı olur, bağırsak ortamını düzenler ve karşılığında insanların yediği besinden faydalanır.

12. A, B ve C böcek popülasyonlarının sıcaklığa olan toleransları aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Bu grafiğe göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Toleransı en büyük popülasyon C'dir.

B) Her üç popülasyonun ortak yaşayabildiği sıcaklık derecesi vardır.

C) A popülasyonunun sıcaklığa toleransı B popülasyonunun toleransından fazladır.

D) 35 ^{0}C'de C popülasyonu B popülasyonundan daha çok bireye ulaşabilir.

E) 10 ^{0}C'nin altında A, B, C popülasyonları yaşayamaz.

13. Aşağıdakilerden hangisi türler arası rekabete neden olmaz?

A) Barınma

B) Besin

C) Eş bulma

D) Işık

E) Sıcaklık

14. Bir canlının yaşadığı ortamın ekolojik şartları altında içinde bulunduğu komünitedeki işlevleri ve statüsüne ekolojik niş adı verilir.

Buna göre bir Akdeniz fokunun

I. Yaşama alanı
II. Üreme şekli ve yavru sayısı
III. Beslendiği balık türleri
IV. Yaşam ortamındaki sıcaklık toleransı

özelliklerinden hangileri ekolojik niş içinde değerlendirilir?

A) Yalnız II
B) Yalnız IV
C) I, II ve III
D) I, III ve IV
E) I, II, III ve IV

15. Liken birlikteliğini oluşturan mantar ve algler birbirinden ayrılarak inorganik maddelerin bulunduğu çözeltilere konulmuştur. Bu çözeltiler güneş ışığı alan bir yerde bekletilmiş ve bir süre sonra algin yaşamını devam ettirdiği mantarın ise öldüğü görülmüştür.

Buna göre alg ve mantarın oluşturduğu birliktelik aşağıdakilerden hangisidir?

A) Amensalizm

B) Gevşek mutualizm

C) Kommensalizm

D) Parazitizm

E) Sıkı mutualizm

16. Rekabet içindeki canlıların birbirini görmesine ya da duymasına gerek yoktur. Aynı besinleri kullanan Kahire dikenli faresi ile altın dikenli fare aynı kayalık alanlarda yaşar. Normalde gece aktif olmaları beklenen bu farelerden sadece Kahire dikenli faresi gece, altın dikenli fare ise gün boyu aktiftir.

Yukarıda anlatılan iki türün rekabetinde bir fare türünün biyolojik saatini değiştirmesinin nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Amensalizm

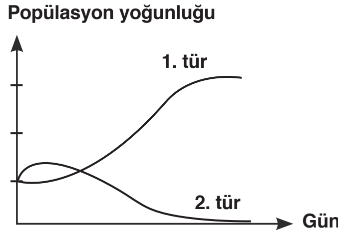
B) Besin bolluğu

C) Karakter farklılaşması

D) Kaynak paylaşımı

E) Rekabette elenme

17. Aşağıdaki grafikte aynı komünitede bulunan iki canlı türüne ait popülasyon yoğunluğunun zamana bağlı değişimi verilmiştir.



Grafiğe göre

I. Bu türler aynı besin kaynağını kullanıyor olabilir.
II. Türlerden biri diğerine rekabette üstün gelmiştir.
III. Türlerden biri diğerinin avcısı olabilir.
IV. Üstünlük kuramayan tür yok olmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

18. Sucul ekosistemlerde tür çeşitliliği

I. Işık geçirgenlik derecesine
II. Kıyıdan uzaklığına
III. Derinliğine
IV. Suyun temizliğine

ifadelerinden hangilerine bağlıdır?

A) I ve II B) I ve IV C) III ve IV

D) II, II ve IV E) I, II, III ve IV

19. Aynı komünitede yaşayan iki canlının etkileşimleri dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

	İKİ TÜR ARASINDAKİ ETKİLEŞİM	1. TÜR ÜZERİNDEKİ ETKİ	2. TÜR ÜZERİNDEKİ ETKİ
A)	1. tür 2. türü avlar	+	-
B)	1. tür 2. tür üzerinde parazittir.	+	-
C)	1. tür, salgıladığı kimyasallarla 2. türün gelişimini engeller.	+	-
D)	1. ve 2. tür arasında mutualist ilişki vardır.	+	+
E)	1. ve 2. tür arasında rekabet görülür.	+	-

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



2. BÖLÜM



İÇERİK

1. POPÜLASYONUN DİNAMİKLERİ

Anahtar Kavramlar

Popülasyon dinamiği

Taşıma kapasitesi

Yaş piramidi

FİLDİŞİ SAHİLİ'NİN FİL POPÜLASYONLARI HIZLA AZALIYOR

Adını fillerden alan Fildişi Sahili bir zamanlar Batı Afrika'nın en büyük fil popülasyonuna sahipti. Ancak günümüzde ülkedeki fil sayısı hızla azalmaktadır. Fildişi Sahili'nden bir araştırma ekibi, 2011-2017 arasında ülke genelindeki 25 koruma alanında incelemeler yaptı. Araştırmacılar ayrıca basına yansımış haberleri ve insanlarla filler arasındaki çatışmalara ilişkin kayıtları da inceledi. Elde ettikleri sonuçlara dayanarak Fildişi Sahili'nde sadece 225 fil kaldığı yönünde tahminde bulundular. Bu da 1994'teki bir araştırmada belirlenen sayıya göre %86'lık bir düşüşe karşılık geliyor. Bilim insanları yüz yıl öncesine kadar orman fili popülasyonunun 3.000 ile 5.000 arasında olduğunu tahmin ediyor. Araştırma ekibi dışkı sayımlarına dayanarak fillerin incelenen 25 koruma alanının sadece dördünde varlığını sürdürdüğünü doğruladı.

Popülasyonların azalmasında habitat tahribatının etkili bir faktör olduğu düşünülüyor. Nitekim araştırma ekibi koruma statüsüne rağmen 25 orman örtüsünün 360.000 hektarlık kısmının (%71'inin) kesilmiş olduğunu tespit etti. Bu alanın çoğunun başta kakao üretimi olmak üzere tarımsal üretim için tahrip edildiği düşünülüyor. 25 koruma alanının yarıdan fazlası tamamen çiftliklere ve yerleşim yerlerine dönüştürülmüş durumda. Daha önce yapılan analizlerde ülkede her yıl 265.000 hektar ormanlık alanın kesildiği tahmin edilmişti. Bu da Sahra altı Afrika'daki en yüksek ormansızlaşma oranıydı. Araştırmacılar hâlen fil popülasyonları barındıran dört koruma alanındaki koruma personelinin diğer alanlara göre daha fazla koruma etkinliği gösterdiğini buna rağmen dişe dokunur bir yaban hayatı yönetimi bile olmadığını da tespit etti. Araştırmacılar hâlâ varlığını sürdüren popülasyonların korunması için acilen eyleme geçilmez, örneğin korucu devriyeleri, yasal yaptırımlar gibi önlemler alınmaz ise Fildişi Sahili'nde orman fillerinin soyunun tükenebileceğini düşünüyor. Parçası oldukları ekosistem için kilit taşı tür işlevi gören bu canlıların kaybı ise tüm bir ekosistem için yıkıcı etkiler ortaya koyabilir.

(Düzenlenmiştir.)

Bilim ve Teknik dergisi, Kasım 2020

HAZIRLIK SORULARI

1. **Fildişi Sahili'nde yaşayan fil popülasyonunun büyüklüğündeki değişimlerin nedenleri nelerdir?**
2. **Araştırmacılar fil popülasyonunun birey sayısındaki değişimlerini hangi yöntemlerle tespit etmiş olabilir?**
3. **Fildişi Sahili'nde yaşayan fil popülasyonunun yok olmasının getireceği olası etkiler neler olabilir?**

Bölümün sunu karekodu



2.1. POPÜLASYONUN DİNAMİKLERİ

Belirli bir zamanda ve belirli bir alanda birbirleriyle etkileşim içinde yaşayan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa **popülasyon** denir. Antalya bölgesinde yayılış gösteren alageyikler, Likya Kaş orkidesi ve Van Gölü'ndeki inci kefalleri popülasyona örnek verilebilir. Likya Kaş orkidesi yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan, en acil koruma eylemi gerektiren bir bitki türdür (Görsel 2.24).


Antalya bölgesinde yayılış gösteren alageyikler


Kaş bölgesinde yayılış gösteren Likya Kaş orkideleri


Van gölünde yayılış gösteren inci kefalleri

Görsel 2.24
Popülasyon örnekleri

Popülasyon üyeleri aynı kaynaktan beslendikleri ve aynı çevrede yaşadıkları için çevresel faktörlerden (biyotik ve abiyotik faktörler) benzer şekilde etkilenir. Bundan dolayı kaynaklar için gerek birbirleriyle gerekse farklı popülasyonlarla rekabet hâlindedir.

Popülasyonlar zaman içerisinde büyüklük, yaş dağılımı, yoğunluk gibi özellikler bakımından değişime uğrayabilir. Popülasyon dengesinin hangi yönde, nasıl değiştiğini ve bu değişimlerin nedenlerini inceleyen ekolojinin alt bilim dalına **popülasyon ekolojisi** denir. Popülasyonda zaman içindeki değişimlere neden olan faktörler ise **popülasyon dinamiği** olarak adlandırılır. Popülasyonun yoğunluğu, popülasyonu oluşturan bireylerin dağılımı, popülasyonun büyüklüğü ve popülasyondaki yaş dağılımı popülasyon dinamiğinin konusudur.

POPÜLASYONUN YOĞUNLUĞU

Popülasyonun yoğunluğu belirli bir zamanda birim alan ya da hacimdeki birey sayısıdır. Yoğunluk popülasyonların genel bir özelliğidir. Bir popülasyona bireylerin eklenmesi veya popülasyondan bireylerin eksilmesi yoğunluğu değiştirir. Popülasyon yoğunluğundaki değişimler besin bulmayı kolaylaştırır ya da zorlaştırır. Bu durum bireyler arasındaki rekabeti etkiler.

Popülasyon büyüklüğünün ve yoğunluğunun belirlenmesi için popülasyondaki bütün bireylerin sayılması nadir bir durumdur. Ekologlar doğrudan sayım yapılamadığı durumlarda popülasyon büyüklüğünü ve yoğunluğunu belirleyebilmek için çeşitli örnekleme teknikleri kullanır. Örneğin 100 x 100 m'lik bir alanda kayın ağaçları sayılıp bu örnek alan için ortalama bir yoğunluk hesaplanır. Hesaplanan bu veri de tüm alandaki popülasyon büyüklüğünü belirlemek için kullanılır. Ayrıca ekologlar dışkı artıkları, çeşitli izler veya yuva sayma gibi belirteçlerle de popülasyon yoğunluğunu hesaplayabilir.

MERAKLISINA

Kentleşme, ortama yabancı türlerin girmesi, besin zincirlerinde meydana gelen bozulmalar, habitatların yanlış kullanımı ve tahribatı popülasyonlar için tehlike oluşturur. Bu tehlike o alanda yaşayan popülasyonların yoğunluğunun azalmasına neden olur.

KENDİNİ GELİŞTİR

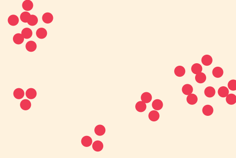
Ekologlar çeşitli yöntemler kullanarak popülasyon yoğunluğunu ve büyüklüğünü hesaplayabilir. Bu yöntem ve teknikler bireyleri doğrudan sayma; dışkı artıklarını, çeşitli izleri ya da yuvaları sayma gibi belirteçlerin kullanımının yanı sıra **işaretleme-yeniden yakalama** metodunu da içerir.

1. Ekologlar işaretleme-yeniden yakalama yöntemini hangi durumlarda tercih eder? Araştırınız.
2. İşaretleme-yeniden yakalama yönteminde kullanılan teknikler nelerdir? Araştırınız.

POPÜLASYONUN DAĞILIMI

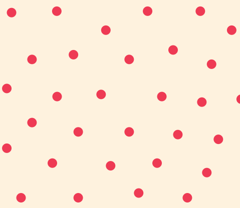
Dağılım, bir bölge içerisinde popülasyonu oluşturan bireylerin bulunduğu konumları ifade eder. Bir popülasyonun dağılımı, bireylerin çevreleri ve birbirleriyle ilişkileri açısından önemli bilgiler içerir. Bu nedenle dağılım, popülasyon ekologlarının üzerinde çalıştığı önemli özellikler arasında yer alır. Sıcaklık, nem, rüzgâr gibi çevresel faktörler ve bireyler arası ilişkiler dağılım modellerinin oluşmasında etkilidir. Popülasyonların dağılımı kümeli, düzenli ve rastgele dağılım olmak üzere üç tiptir (Görsel 2.25).

Kümeli dağılım modeli, en yaygın görülen dağılım tipidir. Bireyler belirli alanlarda gruplar hâlinde bulunur. Gruplardaki birey sayıları ve gruplar arasındaki mesafeler değişebilir. Popülasyondaki bireyler avlanmak, savunmak, beslenmek ya da üremek için grup oluşturabilir. Bitkiler ve mantarlar genellikle çimlenme ve gelişme için uygun ortamlarda, denizyıldızları daha kolay besin buldukları için gelgit havuzlarında, kurtlar ise avlanma için avlandıkları bölgelerde kümelenir.


Kümeli dağılım

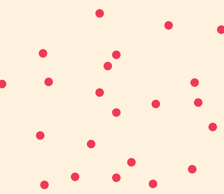

Kurtlar

Düzenli dağılım modeli (tekdüze dağılım), popülasyondaki bireylerin birbirlerini doğrudan etkiledikleri dağılım modelidir. Bu dağılım modelinde zorlayıcı çevresel şartlar nedeniyle bireyler arasında yetersiz kaynaklar için rekabet söz konusudur. Örneğin hayvanlar genellikle yaşadıkları alanı savunmak gibi sosyal bir etkileşim sonucu düzenli dağılım gösterir. Bazı bitkiler, kaynakları kullanma bakımından rekabeti ortadan kaldırabilmek için yakınında başka bir bitkinin çimlenmesini ve gelişmesini engelleyen kimyasallar salgılar. Düzenli dağılım modelinde bireyler birbirlerine nispeten eşit uzaklıkta bulunur. Kümeli dağılıma oranla daha nadir görülen bir dağılım modelidir.


Düzenli dağılım


Penguenler

Rastgele dağılım modelinde popülasyondaki her bir bireyin konumu diğerlerinden bağımsızdır. Bu durum genellikle bireyler arasında güçlü bir etkileşimin olmadığı, fiziksel ve kimyasal faktörlerin yaşama alanında nispeten sabit olduğu durumlarda görülür. Örneğin karahindiba tohumları rüzgârla taşınarak rastgele dağılım gösteren yaşam alanları oluşturur.


Rastgele dağılım


Karahindiba

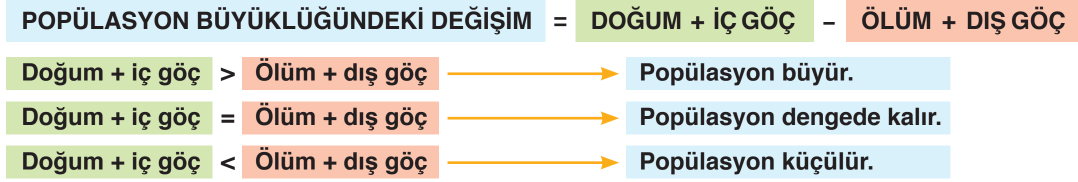
Popülasyonların dağılımını incelemek ve sürükle bırak etkinliği için karekodu okutunuz.



Görsel 2.25
Popülasyonların dağılımı

POPÜLASYONUN BÜYÜKLÜĞÜ

Popülasyon büyüklüğü, belirli bir zaman diliminde popülasyonda bulunan birey sayısı olarak ifade edilir. Popülasyon büyüklüğünde zaman içerisinde artma veya azalma olabilir. Popülasyona üreme sonucu yeni bireyler eklenebileceği gibi iç göçler de birey sayısını artırır. Popülasyon dışına göçler ve ölümler ise birey sayısını azaltan faktörlerdir (Şema 2.1). Bu faktörler birlikte değerlendirildiğinde **popülasyonun büyüklüğü** belirlenir.



Şema 2.1: *Popülasyon büyüklüğündeki değişimler*

Popülasyondaki bireyler arası ilişkiler, bir türün ekolojik gereksinimleri, çevrenin fiziksel ve kimyasal yapısı; popülasyonun yoğunluğunu, dağılımını ve diğer özelliklerini etkiler. Popülasyonun yaşam istatistiklerinin araştırılması ve zamanla nasıl değiştiğinin anlaşılmasına yönelik çalışmalar **demografi** olarak adlandırılır. Demografların asıl ilgilendikleri de popülasyondaki doğum ve ölüm oranlarıdır.

Popülasyondaki bireylerin yaşam istatistiklerini özetlemenin bir yolu hayat tabloları hazırlamaktır. Hayat tabloları yaş ve cinsiyete göre ölüm olasılıklarını ve diğer ilişkili istatistikleri ayrıntılı olarak açıklayan tablolardır. Bu istatistikler; doğuşta yaşam beklentisi, her bir yaşta beklenen yaşam süresi, her bir yaştaki hayatta kalanların sayısı gibi verileri içerir.

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) Türkiye'deki yıllık nüfuslar ve ölüm verileri kullanılarak geliştirdiği 2013-2019 yılları arasındaki yaşam süreleri Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2: *Türkiye'deki 2013-2019 Yılları Arasındaki Yaşam Süreleri*

YAŞ	HAYATTA KALAN BİREY SAYISI	BEKLENEN YAŞAM SÜRESİ (Yıl)	ERKEKLER		KADINLAR	
			HAYATTA KALAN BİREY SAYISI	BEKLENEN YAŞAM SÜRESİ (Yıl)	HAYATTA KALAN BİREY SAYISI	YAŞAM SÜRESİ (Yıl)
0	100 000	78,6	100 000	75,9	100 000	81,3
10	98 782	69,6	98 701	66,9	98 867	72,2
20	98 470	59,8	98 289	57,2	98 660	62,4
30	97 973	50,0	97 561	47,6	98 405	52,5
40	97 320	40,3	96 704	37,9	97 965	42,7
50	95 805	30,9	94 753	28,6	96 903	33,1
60	91 494	22,1	88 951	20,1	94 140	23,9
70	80 440	14,3	74 540	12,9	86 516	15,5
80	55 696	8,2	46 668	7,3	64 764	8,8
90	18 741	4,5	12 992	3,8	24 413	4,7
100	1 600	4,1	605	3,5	2 482	4,2

Tabloya göre doğuşta beklenen yaşam süresi Türkiye geneli için toplamda 78,6 yıldır. Türkiye'de 40 yaşında bir kişinin kalan yaşam süresi ortalama 40,3 yıl iken 50 yaşında bir kişinin kalan yaşam süresi ortalama 30,9 yıldır. Genel olarak kadınlar erkeklere oranla daha uzun yaşamaktadır.

KENDİNİ GELİŞTİR

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) genel ağ adresinden alınan verilere göre 2017-2019 yılları arasına ait Türkiye hayat tabloları aşağıda verilmiştir. Bu tabloda yer alan bilgiler, 2017-2019 dönemindeki yıllık nüfuslar ve ölüm verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Ülke sınırları içerisinde ikamet eden yabancı uyruklu nüfus kapsam dışı bırakılmıştır. Bununla birlikte uluslararası göç etkisinden arındırılmış bir nüfus yapısı da oluşturulmuştur.

Cinsiyete ve yaşa göre beklenen yaşam süresi, 2013-2015, 2017-2019

YAŞ	2013-2015			2017-2019		
	TOPLAM	ERKEK	KADIN	TOPLAM	ERKEK	KADIN
0	78,0	75,3	80,7	78,6	75,9	81,3
15	64,2	61,6	66,9	64,6	62,0	67,3
30	49,7	47,1	52,1	50,0	47,6	52,5
50	30,6	28,3	32,8	30,9	28,6	33,1
65	17,8	16,1	19,4	18,0	16,3	19,6

1. Türkiye'de 2013-2015 yılları ile 2017-2019 yıllarında doğuşta beklenen yaşam süresini karşılaştırınız. Doğuşta beklenen yaşam süresinde nasıl bir değişim olmuştur?

....

....

2. Kadınlar ve erkekler yaşam süresi açısından karşılaştırıldığında hangi cinsiyete ait bireylerin daha uzun yaşadığı görülür?

....

....

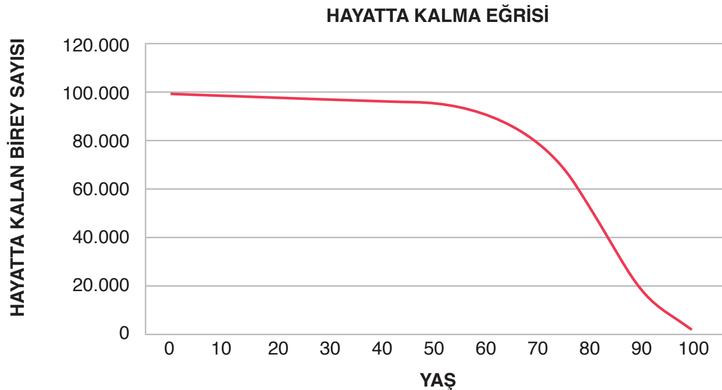
3. Hayat tabloları bir popülasyonla ilgili ne tür bilgiler sağlar? Açıklayınız.

....

....

Hayat tablolarının içinden bazı istatistiksel veriler grafikle gösterilebilir. Örneğin bir hayat tablosundan elde edilen ölüm verileri veya o yaş için hayatta kalan bireylerin sayısı, hayatta kalma eğrisini çizmek için kullanılabilir.

Tablo 2.2'deki hayatta kalma süreleri dikkate alınarak 2013-2019 yılları arasında Türkiye'de yaşayan insanların hayatta kalma eğrisi çizilebilir (Grafik 2.4).



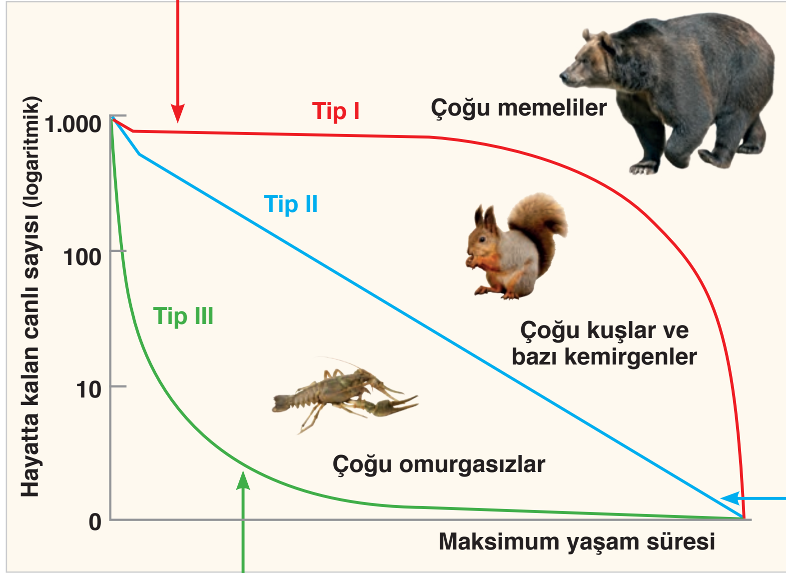
***Grafik 2.4:** 2013-2019 yılları arasında Türkiye'de yaşayan insanların hayatta kalma eğrisi*

MERAKLISINA

Organizmanın hayatta kalma ve üreme güdüsünü etkileyen özellikler, organizmanın yaşam öyküsünü oluşturur. Hayatta kalma eğrisi hem üreme gücüne hem de büyük ölçüde habitata bağlıdır. Çevre koşulları doğal artış hızını etkiler. Bir popülasyondaki yaşam öyküsü özelliklerini en fazla etkileyen özellikler; ilk üremedeki yaş (jenerasyon süresi), bir dişinin kaç kez yavru dünyaya getirdiği ve her seferinde bir dişinin ürettiği yavru sayısıdır. Bu özellikler hem türler arasında hem de tür içerisinde değişebilir.

Hayatta kalma eğrileri 3 tip olarak sınıflandırılır. Görsel 2.26'da hayatta kalma eğrilerinin özellikleri açıklanmıştır.

Tip I hayatta kalma eğrisi (fizyolojik hayatta kalma eğrisi): Bu eğride genç ve ergin dönemde hayatta kalma oranı yüksektir. Genellikle yavru bakımı görülen, düşük üreme kapasitesine sahip insan ve diğer memeli türlerinde görülür.



Tip II hayatta kalma eğrisi (ekolojik hayatta kalma eğrisi): Her yaşta bireyin hayatta kalma oranının yaklaşık aynı olduğunu gösteren hayatta kalma eğrisidir. Çoğu kuş türü, bazı kemirgenler, bazı omurgasızlar ve bazı bitkilerde görülür.

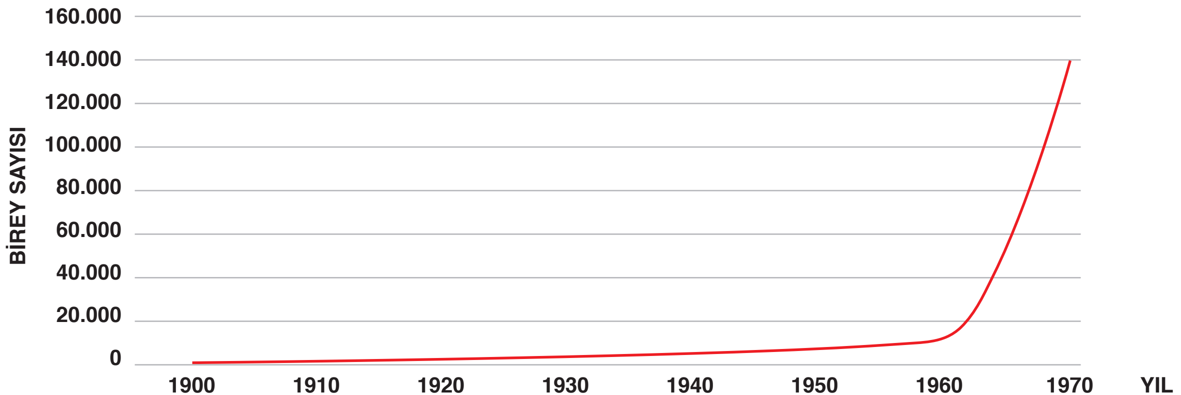
Tip III hayatta kalma eğrisi: Yavru ve gençlik dönemlerinde hayatta kalma oranları düşük, ergin dönemde hayatta kalma oranları yüksek türler için çizilen eğrilerdir. Tek yıllık bitkiler, çoğu böcek, balık ve pek çok deniz omurgasızı bu gruba girer. Bu canlılar çok sayıda yavru üretme eğilimine sahip, genellikle yavru bakımının da görülmediği türlerdir.

Görsel 2.26
Hayatta kalma eğrileri

Popülasyonlar, ideal ve sınırsız bir habitatta kaynaklar bol olduğu müddetçe fazlasıyla yayılma potansiyeline sahiptir. Bu koşullarda bireyler üzerinde üreme, büyüme ve enerji elde etme özellikleri üzerine sınırlayıcı bir dış güç yoktur. Zamana bağlı olarak popülasyonun büyüklüğü geometrik bir artışla **J tipi büyüme eğrisini** oluşturur. Böyle ideal koşullardaki bir popülasyonun büyümesine **üssel büyüme modeli** denir (Grafik 2.5).

MERAKLISINA

İçeriye ve dışarıya göçün olmadığı popülasyonlarda hayatta kalma ve üreme oranı popülasyon büyüklüğünü belirleyen temel faktörlerdir.

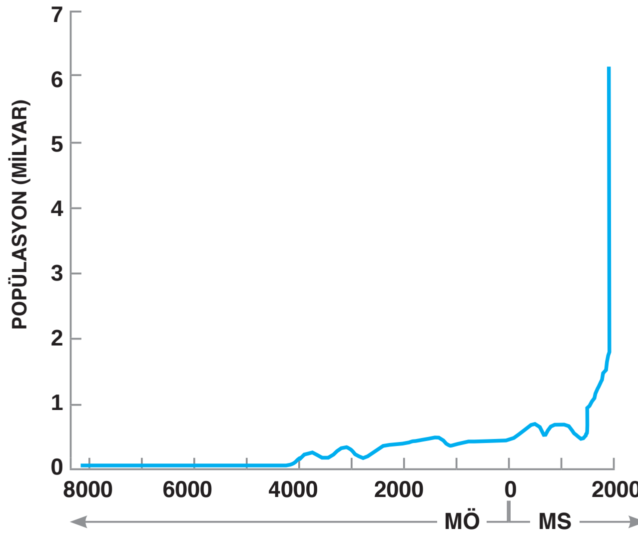


***Grafik 2.5:** Afrika Ulusal Parkı'ndaki fil popülasyonunda üssel büyüme*

Doğal ortamdaki popülasyonlar üssel büyümeyi çok uzun süre devam ettiremez. Çünkü doğal ortamlarında canlı ve cansız çevrenin yarattığı bazı sınırlayıcı engeller vardır. Popülasyon için gerekli kaynaklardaki değişim, tür içi ve türler arası rekabet, türler arası ilişkiler gibi sınırlayıcı engellerin tümüne **çevresel direnç** denir. Popülasyonun yoğunluğu arttıkça kaynaklar (besin, yaşam alanı, barınak gibi) azalır. Bunun yanında bulaşıcı hastalıklar ve avcı sayısında da artış görülebilir. Bu durumda doğum oranları düşerken ölüm oranlarında artış olur. Ayrıca mevsimsel değişimler, toplu ölümler gibi nedenlerle de birey sayısında ani düşüşler görülebilir. Bunun sonucunda popülasyon tamamen ortadan kalkabilir ya da hayatta kalmayı başaran bireyler yeni büyüme eğrisi oluşturacak şekilde çoğalabilir. Dolayısıyla yaşama alanlarındaki kaynaklar sadece belirli sayıdaki bireylerin yaşayabilmesi için yeterlidir. Belirli bir alandaki maksimum popülasyon büyüklüğü **taşıma kapasitesi** olarak adlandırılır.

KENDİNİ GELİŞTİR

Thomas Malthus (Tomas Maltus) 1798'de yayınladığı kitabında insan popülasyonunun üssel artış gösterdiğini ancak besin kaynaklarında bir artış olmadığı görüşünü belirtti. Sınırlayıcı faktörlerin etkisiyle belirli bir noktadan sonra insanlar için kıtlık ve ölümlerin olacağını, böylelikle insanlığın sonunun geleceği hipotezini öne sürdü. İnsan popülasyonu 1 milyar nüfusa ancak 10 000 yılda ulaşmıştır. Ancak 19. yy.dan itibaren yaklaşık 125 yıl içinde dünya nüfusu 7 milyarı aşmıştır. Günümüzde insan nüfusu günde 210 000'den fazla artmaktadır.



1. Malthus'un teorisinde söylediği besin kıtlığı gibi çevresel direnç faktörleri insan popülasyonunun üssel büyümesine neden engel olmamıştır?

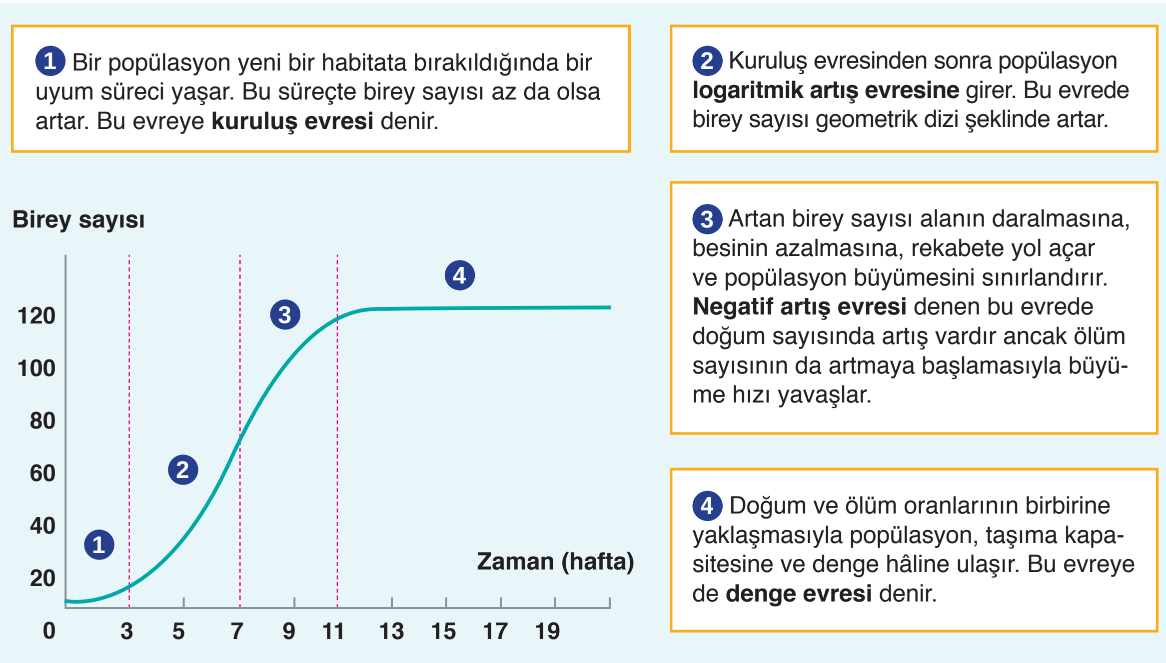
....

2. Dünya nüfusundaki artışın ekosistem üzerindeki etkileri nelerdir?

....

3. Dünyanın insan nüfusunu taşıma kapasitesi nedir? Araştırınız.

Popülasyonun yoğunluğu taşıma kapasitesine yaklaştığında büyümesi genellikle yavaşlar. Kaynaklar sınırlı olmaya başladığında ise popülasyonun büyümesi azalır ve **lojistik büyüme modelini** sergilemeye başlar. Bu büyüme modelinde büyüme eğrisi S tipi bir eğri hâlini alır. Görsel 2.27'de bir böcek popülasyonunda görülen S tipi büyüme eğrisi grafiğinin aşamaları açıklanmıştır.



Görsel 2.27
Bir popülasyonun S tipi büyüme eğrisi ve aşamaları

KENDİNİ GELİŞTİR

1944'te Alaska'da likenlerle dolu bir adaya bırakılan 29 Ren geyiği, 1963 yılında 6 000'den fazla sayıya ulaşmış ancak likenlerin ciddi oranda azaldığı görülmüştür. 1963-1964 senesinde geçirilen şiddetli kıştan sonra adada toplu geyik ölümleri görülmüş ve 1966'da adada sadece biri erkek 42 canlı Ren geyiği tespit edilmiştir. Adada hiç liken kalmamış yerini sazlıklar almıştır. 1980'de ise adada hiç Ren geyiği tespit edilememiştir.

1. Metinde verilen bilgilere göre Ren geyiği popülasyonunda hangi büyüme eğrisi görülmüştür?

....

....

2. Ren geyikleri, liken ve sazlık popülasyonlarının birey sayılarındaki değişimi gösteren grafiği aşağıdaki boşluğa çiziniz

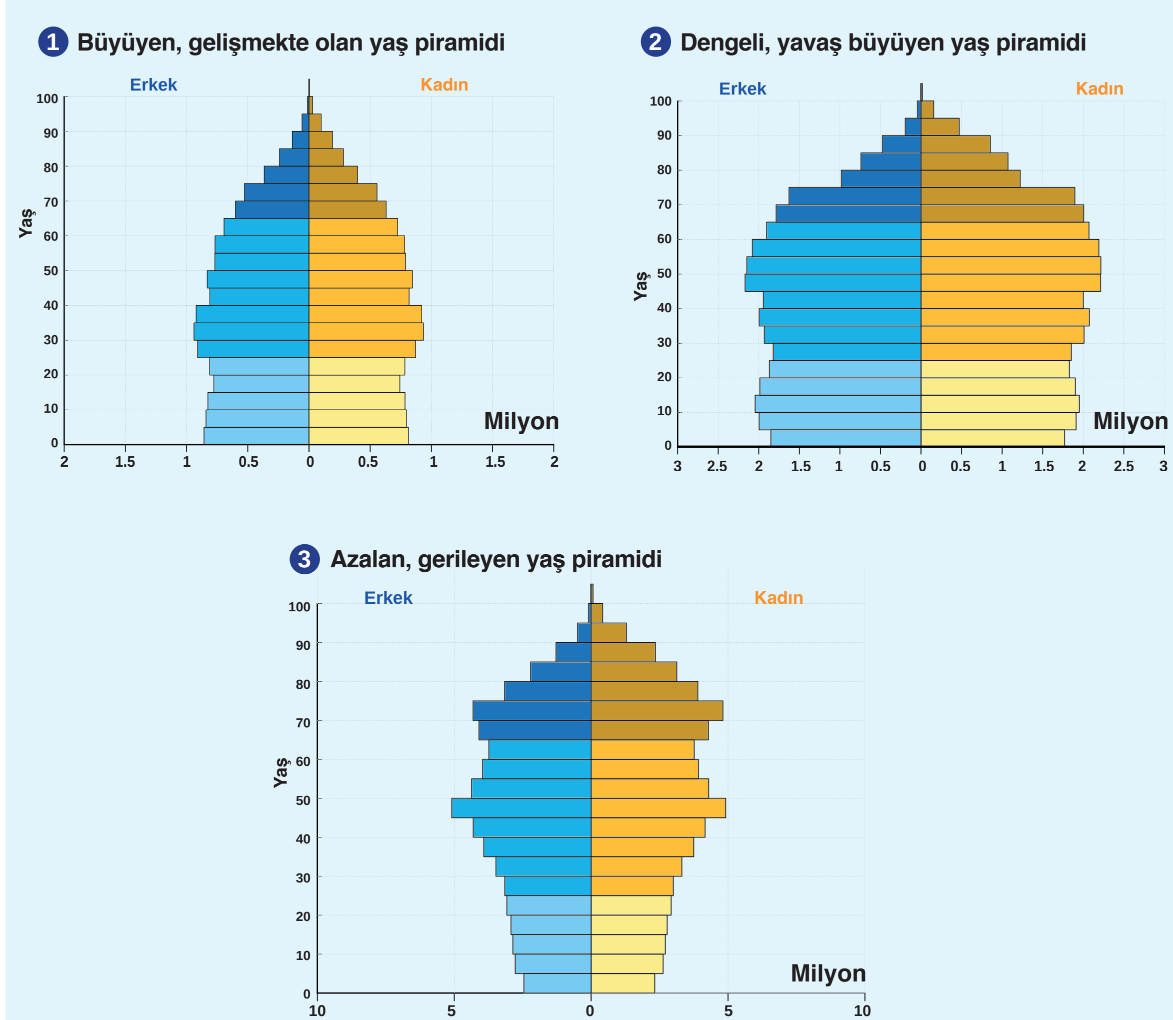
3. Ren geyiği popülasyonunun adada tamamen yok olmasında hangi faktörler etkili olmuştur?

....

....

POPÜLASYONDAKİ YAŞ DAĞILIMI

Bir popülasyonun her yaştaki birey sayısı gruplandırılarak yaş dağılımlarına göre yaş piramidi elde edilir. Yaş piramitlerindeki verilerden yararlanarak popülasyonun nüfus açısından geleceği tahmin edilebilir. Görsel 2.28'de büyüyen, dengeli ve gerileyen popülasyonların yaş piramitlerine ait grafik örnekleri verilmiştir.



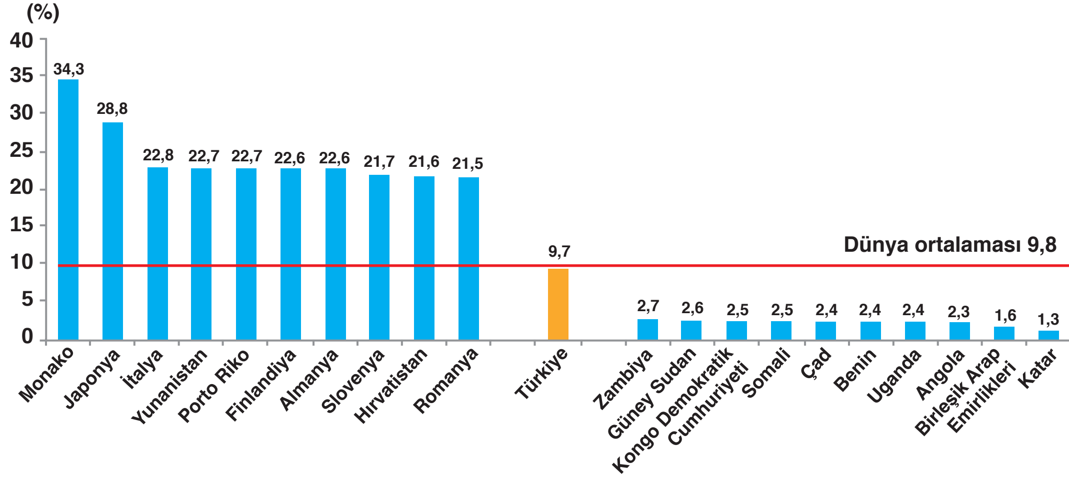
Kaynak: © 2019 by United Nations, DESA, Population Division. License CC BY 3.0 IGO. United Nations, DESA, Population Division. World Population Prospects 2019.

1. Eğer popülasyondaki genç bireylerin oranı popülasyon içindeki diğer yaş gruplarından fazla ise bu tip popülasyonlar büyüyen popülasyonlardır.
2. Dengedeki popülasyonlarda yaş gruplarının oranları birbirine yakındır.
3. Azalan ya da gerileyen popülasyonlarda ise piramidin tabanında yer alan genç bireylerin oranı piramidin üst kısmında yer alan yaşlı bireylerin oranından azdır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça bebek ölümleri azalıp beklenen ömür uzunluğu artar ancak genç yaş grubunun popülasyon içindeki oranı azalır. Bu yüzden bu popülasyonlar gelecekte ya dengede kalır ya da küçülmeye doğru gider.

Görsel 2.28
Büyüyen, dengeli ve gerileyen popülasyonların yaş dağılım piramitleri

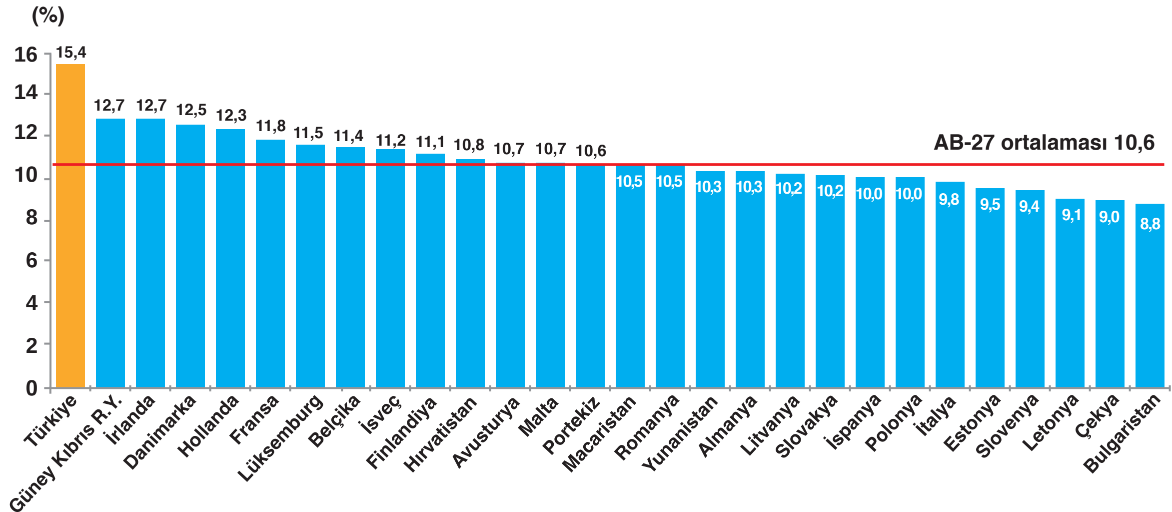
2021 yılı nüfus tahminlerine göre dünya nüfusunun %9,8'ini yaşlı nüfus oluşturmaktadır. En yüksek yaşlı nüfus oranına sahip ülke %34,3 ile Monako iken Türkiye, dünya ortalamasına yakın bir ortalamayla 167 ülke arasında 68. sırada yer almaktadır (Grafik 2.6).



Kaynak: Amerika Birleşik Devletleri Nüfus Bürosu, Uluslararası Veri Tabanı, Türkiye kaynağı: TÜİK

***Grafik 2.6** Yaşlı Nüfus Oranının En Yüksek ve En Düşük Olduğu 10 Ülke, 2021*

Avrupa Birliği üyesi ülkelerin genç nüfus oranları incelendiğinde 2020 yılında en yüksek genç nüfus oranına sahip olanların %12,7 ile Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve İrlanda olduğu görülür. Türkiye'nin genç nüfus oranı ise Avrupa Birliği üyesi 27 ülkenin genç nüfus oranlarından daha yüksektir (Grafik 2.7).

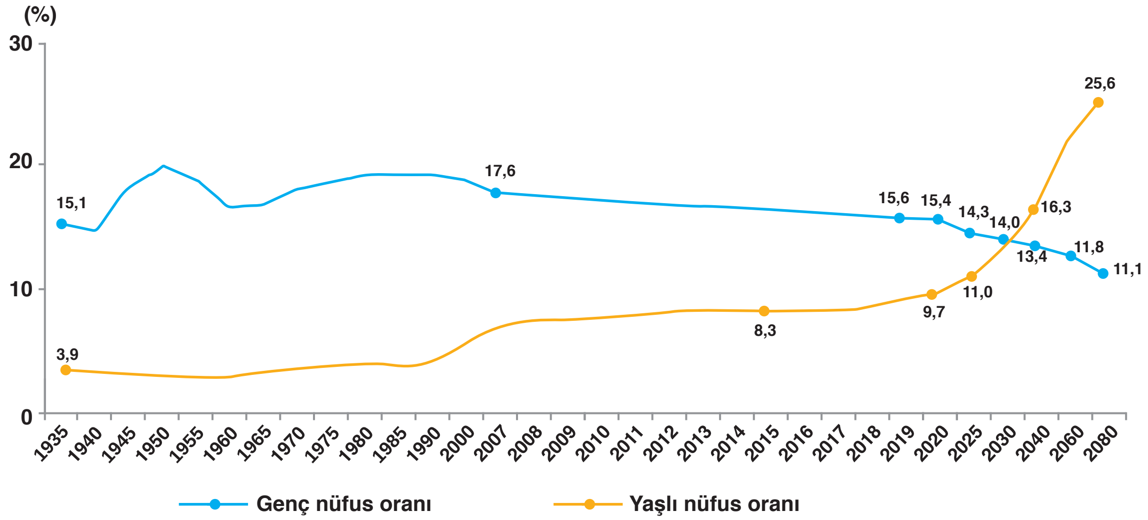


Kaynak: Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) Veri Tabanı, 2020 , TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2020

***Grafik 2.7:** Genç Nüfus Oranının Avrupa Birliği Üye Ülkeleri İle Karşılaştırması, 2020*

TÜİK verilerinde nüfus projeksiyonlarına göre Türkiye’de genç nüfusun toplam nüfus içindeki oranının 2025 yılında %14,3, 2030 yılında %14,0, 2040 yılında %13,4, 2060 yılında %11,8 ve 2080 yılında %11,1'e düşeceği tahmin ediliyor.

Yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranının %10'u geçmesi nüfusun yaşlanmasının bir göstergesidir. Türkiye'de yaşlı nüfus, diğer yaş gruplarındaki nüfusa göre daha yüksek bir hız ile artış göstermektedir (Grafik 2.8).

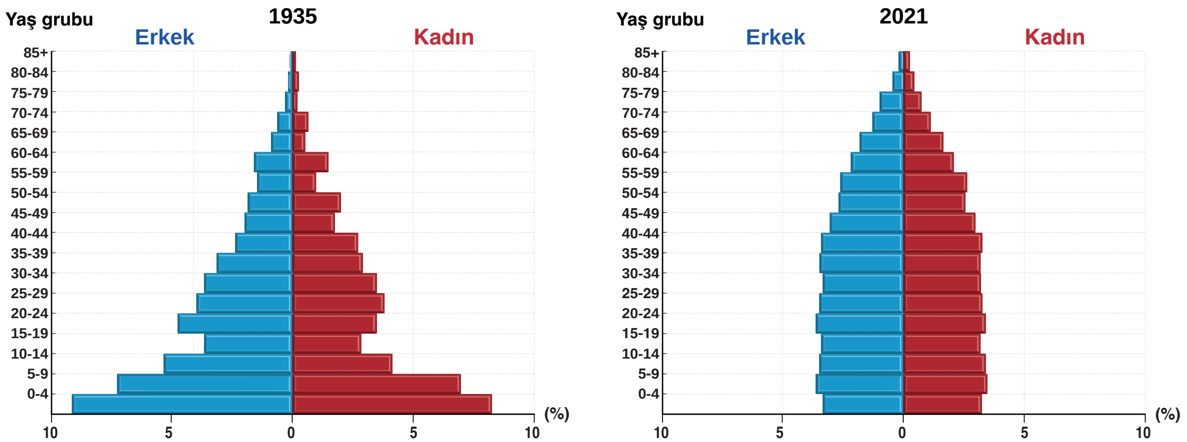


Kaynak: TÜİK, Genel Nüfus Sayımları, 1935-1990, TÜİK, Nüfus Tahminleri, 2000, TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2007-2020, TÜİK, 2018 Nüfus Projeksiyonları, 2025-2080

***Grafik 2.8:** Türkiye'nin genç ve yaşlı nüfusunun yıllara bağlı olarak değişimi ve projeksiyonu*

Türkiye'de doğurganlık ve ölüm hızındaki azalma, sağlık alanındaki gelişmeler, yaşam standartlarının ve doğuşta beklenen yaşam süresinin artması nüfusun yaş yapısında değişiklikler meydana getirmektedir. Türkiye'de 1935 yılında genç nüfus oranı yüksek, yaşlı nüfus oranı düşük iken 2021'de genç nüfus oranı azalmış, yaşlı nüfus oranı ise artmıştır. Diğer bir ifade ile çocuk ve gençlerin toplam nüfus içindeki oranı azalırken yaşlıların toplam nüfus içindeki oranı artış göstermiştir.

Türkiye'de ve nüfus bakımından benzer değişim gösteren ülkelerde başlangıçta düşük olan nüfus yoğunluğu hızla artış gösterir. Artan nüfusa bağlı olarak beslenme, barınma gibi ihtiyaçlarda artış olması nüfus artış hızının azalmasına neden olur. Türkiye, oransal olarak yaşlı nüfus yapısına sahip ülkelere göre hâlâ genç bir nüfus yapısına sahip olsa da yaşlı nüfus sayısal olarak oldukça fazladır. Grafik 2.9'da Türkiye'nin 1935 ve 2021 yıllarına ait yaş piramitleri gösterilmiştir.



Kaynak: TÜİK, Genel Nüfus Sayımları, 1935, TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2021

***Grafik 2.9:** Türkiye'nin 1935 ve 2021 yıllarına ait yaş piramitleri*

ETKİNLİK



30 dk.

Etkinliğin Adı: Ülkemizin Yaş Piramitlerine Genel Bakış

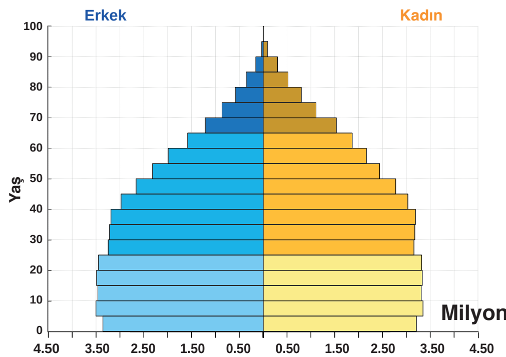
Bireysel / Grup

Etkinliğin Amacı: Dünyada ve ülkemizde nüfus değişimini ve değişimin olası sonuçlarını açıklayabilme.

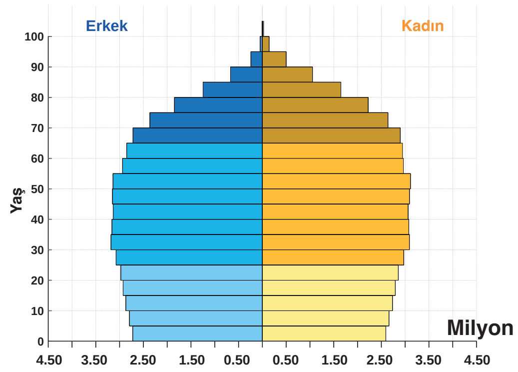
Yönerge: *Aşağıdaki yaş piramitlerinden faydalanarak soruları cevaplayınız.*

Aşağıdaki yaş piramitlerinde Türkiye'nin 2020 yılındaki yaş dağılımını ve 2050 yılındaki beklenen yaş dağılımı gösterilmiştir.

Türkiye 2020



Türkiye 2050



Kaynak: © 2019 by United Nations, DESA, Population Division. License CC BY 3.0 IGO. United Nations, DESA, Population Division. World Population Prospects 2019.

1. Günümüzde nüfus açısından Türkiye nasıl bir büyüme modeline sahiptir?

( ) Büyüyen ( ) Yavaş Büyüyen ( ) Dengeli ( ) Gerileyen

2. 2050'de Türkiye nüfusunda nasıl bir değişim olması beklenmektedir?

....

....

....

....

....

3. 2050'de Türkiye nüfusundaki değişimin sosyokültürel yaşam, ekonomi, sağlık, çevre gibi alanlarda etkileri nasıl olacaktır? Tartışınız.

4. Gelecekte nüfus artışıyla birlikte oluşacak problemlerin çözümü için neler yapılması gerekir? Tartışınız.

5. 2050 yılında küçülecek yaş piramidine sahip ülkeleri araştırınız. Bu ülkelerin bu durumda karşılaşabilecekleri olası sorunları tartışınız.

Aşağıdaki soruda cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen kavramlardan uygun olanını kullanarak boşluk doldurma soru tekniğine uygun biçimde tamamlayınız. Açıkta kalan kavramla ilgili bir cümle yazınız.

1.

popülasyon büyüklüğü	tip III	lojistik	taşıma kapasitesi	kümeli	negatif artış
popülasyon yoğunluğu	tip I	üssel	çevresel direnç	düzenli	

a) Belirli bir zamanda birim alan ve hacimdeki birey sayısına …………………. denir.

b) Bireyler arasında rekabet, alan savunması gibi durumların sonucu olarak …………………. dağılım modeli görülür.

c) Memelilerde görülen …………………. hayatta kalma eğrisinde yaşlı bireylerde ölüm oranı yüksektir.

ç) Belirli bir zaman diliminde popülasyonda bulunan birey sayısına …………………. denir.

d) Popülasyonlar ideal bir ortamda …………………. büyüme modeli göstererek J tipi büyüme eğrisi oluşturur.

e) Belirli bir yaşam ortamında bulunan en fazla birey sayısı, o ortamın …………………. olarak olarak ifade edilir.

f) Bireylerin belirli alanlarda gruplar hâlinde yaşadığı …………………. dağılım modeli en yaygın görülen dağılım tipidir.

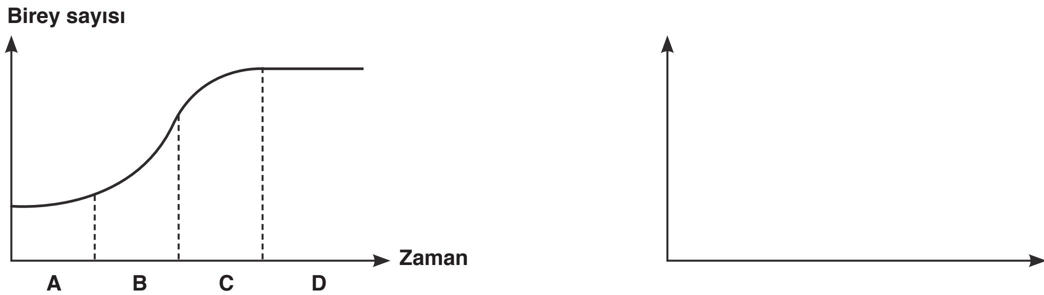
g) S tipi büyüme eğrisinde taşıma kapasitesine yaklaştıkça …………………. artar.

ğ) Kaynakların sınırlı olduğu popülasyonlarda görülen …………………. büyüme modelinde popülasyonun yoğunluğu taşıma kapasitesine yaklaştıkça büyüme yavaşlar.

h) S tipi büyüme eğrisinin …………………. evresinde çevresel direnç nedeniyle popülasyon artışında yavaşlama görülür.

ı) Açıkta kalan kavram: ……………………………………………………………………………

2-6. açık uçlu soruları S tipi büyüme eğrisine sahip bir popülasyonun grafiğinden yararlanarak cevaplayınız.



2. Harflerle belirtilen evrelerin isimleri nedir? Yazınız.

A: .... B: .... C: .... D: ....

3. Popülasyon hangi evrede taşıma kapasitesine ulaşmıştır? ....

4. Birey sayısının geometrik olarak artış gösterdiği evre hangisidir? ....

5. C evresinde büyümenin sınırlandırılmasının nedenleri nelerdir?

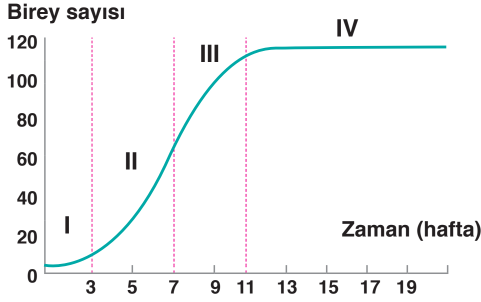
....

....

6. Bu popülasyonun zamana bağlı büyüme hızını yukarıda verilen boş grafiğe çiziniz.

7-10. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Bir böcek popülasyonunun zamana bağlı birey sayısındaki değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Grafiğe göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) I numaralı evre kuruluş evresidir. Birey sayısı az da olsa artar.

B) II numaralı evre logaritmik artış evresidir. Birey sayısı geometrik dizi şeklinde artar.

C) III numaralı evre negatif artış evresidir. Birey sayısı azalır.

D) IV numaralı evre denge evresidir.

E) Popülasyon lojistik büyüme modelini göstermiştir.

8. Popülasyon yoğunluğundaki artışa bağlı olarak

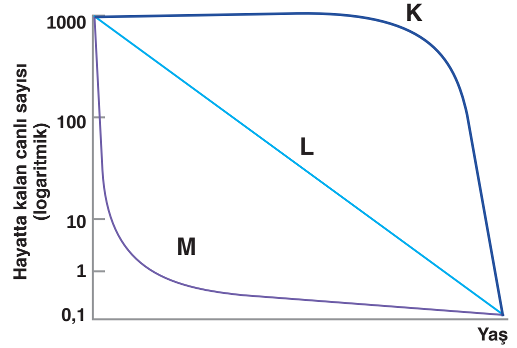
I. Yaşama alanı
II. Tür içi rekabet
III. Besin miktarı
IV. Popülasyonun doğal düşmanları

unsurlarından hangileri azalır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

9. Aşağıda 3 farklı popülasyonun yaşa bağlı olarak hayatta kalan birey sayısını gösteren grafik verilmiştir.



Grafiğe göre

I. K popülasyonunda yavru bakımı görülür.
II. L popülasyonunda hemen hemen her yaşta sabit ölüm oranı vardır.
III. M popülasyonu az sayıda yavru üretme eğilimindedir.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

10. Türkiye'nin 1935 ile 2021 yılları arası nüfus yapısı incelendiğinde doğurganlık ve ölüm hızlarında azalma olduğu görülmektedir.

Nüfus yapısındaki bu değişim

I. Sağlık alanında kaydedilen gelişmeler
II. Yaşam standardının ve refah düzeyinin artması
III. Doğuşta beklenen yaşam süresinin artması

durumlarından hangileri ile açıklanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu okutunuz.



Aşağıdaki soruda cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen kavramlardan uygun olanını kullanarak boşluk doldurma soru tekniğine uygun biçimde tamamlayınız. Açıkta kalan kavramla ilgili bir cümle yazınız.

1.

rekabette elenme	ekoton	istilacı tür	baskın tür	gösterge tür	ekolojik niş
klimaks komünite	mimikri	süksesyon	kilit taşı tür	komünite	

a) Bozulmuş alanlarda uzun zaman içinde türlerin birbirinin yerini alması şeklinde sıralı değişim göstermesi sürecine …………………… denir.

b) Belirli bir bölgede yaşayan farklı türlerin oluşturduğu topluluğa …………………… adı verilir.

c) Bir canlının bulunduğu ortamda gerçekleştirdiği işlevlerin tümüne …………………… denir.

ç) Doğal olarak o komünitede bulunmayan, başka bölgelerden gelen ve hızla üreyen türlere …………………… denir.

d) Aynı kaynaklar için rekabet eden iki türden üreme hızı düşük olanın komünitede yok olmasına …………………… denir.

e) Zaman içerisinde ortam koşullarına büyük ölçüde uymuş ve dengelenmiş komüniteye …………………… denir.

2. **f)** Çevresel değişimlere karşı toleransı düşük olan ve değişimlerden çabuk etkilenen türlere …………………… denir.

g) İki komşu ekosistem arasındaki geçiş bölgesi …………………… olarak adlandırılır.

ğ) …………………… bir türün beslenme, korunma, savunma gibi ihtiyaçları doğrultusunda başka bir türü renk ve görünüm bakımından taklit etmesidir.

h) Komünitede en fazla bulunan ya da biyokütlesi en fazla olan türlere …………………… denir.

ı) Açıkta kalan kavram: ....

2-12. çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

2. **Yarı parazit ve tam parazit bitkiler için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

	Yarı parazit bitki	Tam parazit bitki
A)	Fotosentez yapabilir.	Fotosentez yapamaz.
B)	Üzerinde yaşadığı bitkinin odun borusundan yararlanır.	Üzerinde yaşadığı bitkinin odun ve soymuk borusundan yararlanır.
C)	Üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineral alır.	Üzerinde yaşadığı bitkiden su, mineraller ve organik besin alır.
D)	Kloroplastları vardır.	Kloroplastları yoktur.
E)	Kökleri vardır.	Kökleri yoktur.

3. Su samurları, deniz kestaneleri ve deniz yosunları aynı komünitede yaşamaktadırlar. Su samurları deniz kestaneleriyle, deniz kestaneleri de deniz yosunlarıyla beslenirler.

Buna göre

I. Su samurlarının az bulunduğu alanlarda deniz kestanelerinin sayısı artar.

II. Su samurlarının çok bulunduğu alanlarda deniz yosunlarının sayısı azalır.

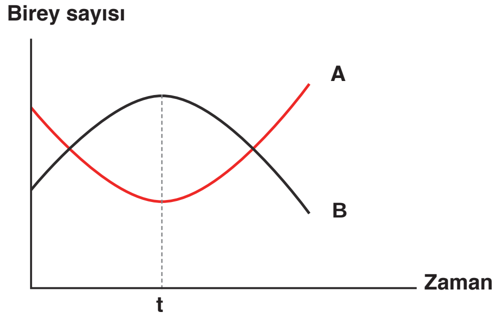
III. Su samurlarının avcılar tarafından aşırı avlanmaları deniz kestanelerinin sayıca artmasına neden olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

4. Aşağıdaki grafikte A ve B türleri t anına kadar bir arada bulunurken t anından sonra ayrılmışlardır.



A ve B türlerinin aralarında

I. Mutualizm
II. Kommensalizm
III. Parazitizm

simbiyotik ilişkilerinden hangileri olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

5. Aynı kaynakları kullanan iki türden birinin zaman içerisinde doğal seçilim yolu ile kaynak kullanım biçimini değiştirmesi kaynak paylaşımı olarak adlandırılır.

Kaynak paylaşımı

I. Aynı kaynakla beslenen canlıların birbirini yok etmesi yerine aynı ortamda yaşamalarını sağlar.
II. Ekolojik nişleri benzer canlıların bir arada yaşamasına olanak sağlar.
III. Türlerden birinin diğeri üzerine baskın olmasını sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

6. I. Toprak oluşumu görülür.
II. Kıyı kumullarında görülür.
III. Volkanik adalarda ya da buzul istilasına uğramış alanlarda görülür.
IV. Toprak yapısı bozulmamıştır.
V. Yangınlar sonrasında başlar.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri birincil süksesyon için geçerlidir?

A) I, II ve III
B) II, III ve V
C) I, II, III ve V
D) II, III, IV ve V
E) I, II, III, IV ve V

7. I. İstilacı türlerin gelmesi
II. Suların kirlenmesi
III. Birinci trofik düzey canlı biyokütlesinin artması
IV. Tarım ilaçlarının kullanılması

ifadelerinden hangileri ekosistemdeki biyolojik çeşitliliği <u>olumsuz</u> yönde etkiler?

A) Yalnız II B) I ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II ve IV

8. Popülasyon büyüklüğünü etkileyen çevresel faktörlere çevresel direnç denir.

Buna göre

I. Besin bolluğu
II. Alan darlığı
III. Bulaşıcı hastalıklar

etmenlerinden hangileri çevresel direnç olarak <u>nitelendirilmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

9. Aşağıdaki tabloda popülasyon dağılım modeline ait özellikler verilmiştir.

Dağılım Modeli	Dağılım Modelinin Özellikleri
I	Bireyler arasındaki mesafe bu dağılış tipinde eşittir. Zorlayıcı çevresel şartlarda bireyler arasında yetersiz kaynaklar için rekabet söz konusu olduğunda görülür.
II	Bireyler bu tip dağılış tarzında bir araya gelerek gruplar oluşturur. Gruplardaki birey sayısı ve gruplar arası mesafe farklılıkları görülür.
III	Bu dağılış tipinde bireyler kendileri için en uygun alanı seçer ve bireyler arasında karşılıklı etkileşim gözlenmez.

Buna göre dağılım modellerine ait özellikler aşağıdakilerden hangisinde doğru yerleştirilmiştir?

	Kümeli Dağılım	Rastgele Dağılım	Düzenli Dağılım
A)	I	II	III
B)	III	II	I
C)	I	III	II
D)	II	III	I
E)	II	I	III

10. Kaynakların yeterli olduğu ve henüz taşıma kapasitesine ulaşmamış bir popülasyon için

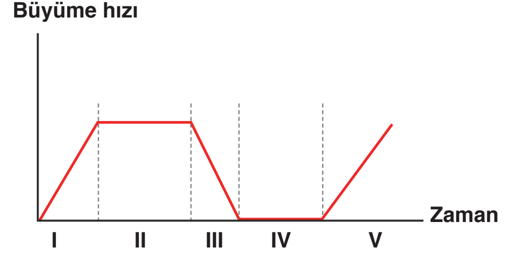
I. Çevre direnci düşüktür.
II. Üreme hızı düşüktür.
III. Dışa göçler artmıştır.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

11. Aşağıdaki grafikte bir popülasyonun zamana bağlı büyüme hızı verilmiştir.



Bu popülasyon için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) I. zaman aralığında popülasyonun doğum oranı ölüm oranından yüksektir.

B) II. zaman aralığında popülasyonun büyümesi durmuştur.

C) III. zaman aralığında popülasyon negatif artış evresinde olabilir.

D) IV. zaman aralığında popülasyonda doğum oranı ölüm oranına eşittir.

E) V. zaman aralığında popülasyon büyüme evresine girmiştir.

12. Karasal komünitelerde

I. Sıcaklık
II. Gece-gündüz sürelerinin farklılığı
III. İklim değişikliği
IV. Yağış

faktörlerinden hangileri tür çeşitliliğini etkiler?

A) Yalnız I B) I ve II C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

Daha fazla ölçme ve değerlendirme sorusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.



SÖZLÜK

A-B

aktif taşıma : Enerji kullanılmak suretiyle ve özgün taşıyıcı proteinler sayesinde bir maddenin derişim ve elektrokimyasal gradiyentine karşı hücre zarından geçirilmesi.

antijen : Bağışıklık cevabına sebep olan herhangi bir madde. İmmünojen.

antikor : Özel bir antijene cevap olarak B lenfositleri ve plazma hücreleri tarafından meydana getirilen ve bağışıklıktan sorumlu olan glikoprotein yapısındaki maddeler. İmmünoglobulinler ve bunların alt grupları gibi kazanılmış bağışıklık elemanları.

bağ dokusu : Hücre sayısı az fakat hücreler arası maddesi çok olan ve genel olarak diğer dokuları birbirine bağlayarak destek görevi yapan bir doku tipi. Kökünü embriyonun mezenşim hücrelerinden alan bu dokunun iki ana tip hücrelerinin (fibroblast, makrofaj) arasını dolduran madde içinde teller ve telcikler bulunur. Bu tel ve telciklerin çeşidine ve çokluğuna göre de çeşitli bağ dokusu tipleri oluşur.

Bowman kapsülü : Böbrekte glomerulus yumağını çevreleyen, idrar kanalının genişlemiş başlangıç bölgesi.

C-Ç-D-E

diyafram : Memelilerde ve akciğerlerde gaz alışverişini kolaylaştıran, göğüs boşluğu ile karın boşluğunu ayıran kas ve tendon tabakası.

doku : Bitki ve hayvan organlarını meydana getiren, aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan, benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı. Epitel, bağ, kas, sinir dokusu vb.

efektör organlar : Sinir hücrelerinin bağlı olduğu ve bir uyarı karşısında bir iş ya da madde oluşturan, merkezî sinir sisteminde oluşan impulslara verilen cevapları yerine getiren bezler, kaslar, elektrik organı gibi herhangi bir organ.

ekolojik niş : Organizmanın uyumu, fizyolojik tepkileri, kalıtsal ya da öğrenilerek elde ettiği özel davranışlardan doğan, komünitedeki ya da ekosistemdeki durumu.

ekolojik tolerans : Bir canlının zarar görmeden dayanabildiği bir çevre faktörünün en az ve en çok değerleri arasındaki farkın derecesi.

embriyo : Yumurtadan meydana gelen, yumurta zarı, yumurta kabuğu ile korunan ya da vücudun içinde bulunan ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.

endokrin bez : İç salgı bezi. Salgısını (hormon) bir kanal aracılığı olmaksızın doğrudan kana veren bezlerden herhangi biri.

endometriyum : Uterusu astarlayan mukoza zarı.

epitel doku : Embriyonun endoderm, ektoderm ve mezoderm tabakalarından köken alan; örtü epiteli, bez epiteli, kassı epitel (miyoepitel) ya da duyu epiteli (nöroepitel) olarak sınıflandırılan birbirine sıkıca bağlanmış hücreler ve az miktardaki hücreler arası maddeden oluşan doku.

F-G

fagositoz : Bir hücrenin büyük molekülleri, diğer hücreleri veya partikülleri yalancı ayaklarla bünyesine aldığı endositoz tipi.

fetüs : Dölüt. Cenin. Döl yatağı (uterus) içinde bulunan, embriyoya yaklaşık 9 hafta sonra verilen isim.

folikül : Yumurtalıkta gelişmekte olan bir yumurtayı çevreleyen, koruyan ve besleyen hücre kümesi.

gastrula : Blastuladan sonra oluşan, hücrelerin içeri çökmesiyle ilk bağırsak boşluğunu meydana getiren erken embriyonik safha.

glomerulus : Yumakçık. Böbreğin korteks bölgesinde bulunan ve kanın süzülmesinden birinci derecede sorumlu olan Bowman kapsülü ile çevrili kılcal damar yumağı.

gonat : Eşey organı. Eşey hücreleri meydana getiren organlar. Eşey bezi, yumurtalık (ovaryum), erkek eşey organı (testis) vb.

H-I-İ-J

habitat : Bir canlı türünü ya da canlı birliklerini barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.

homeostasi : 1. Vücudun iç çevresinin sabitliğinin devamı. 2. Dış ortamın bozucu etkisine rağmen organizmanın iç ortamının sabit tutulması veya korunması olayı.

hormon : İç salgı bezleri (endokrin bezler) tarafından salgılanıp kana verilerek vücudun başka bölgesindeki hücre ya da hücre gruplarını faaliyete geçiren, kimyasal yapılarına göre (peptitler, proteinler, steroitler) ve etki şekillerine göre (faaliyeti hızlandırıcı ve azaltıcı) gruplandırılan; başta beyin olmak üzere eşey organları, adrenal bezler, tiroit, pankreas vb. organlardan salgılanan birincil haberci maddeler. Örnek: Pankreasın Langerhans adacığından salgılanan insülin ve glukagonun kan şekerini düzenlemesi.

impuls : Uyarma sonucu bir sinir teli boyunca meydana gelen kimyasal ve elektriksel değişiklikler.

K-L-M-N

kan serumu : Vücut dışına alınan kanda hücreler ile fibrinin ayrılmasından sonra geriye kalan renksiz sıvı.

kimus : Mideden bağırsağa geçen yarı sindirilmiş hâldeki besin maddeleri.

kompleman sistem : Tamamlayıcı sistem. Kan serumunda bir dizi şeklinde faaliyet gösteren, aktive edilince yabancı hücreleri eriten proteinler.

konak : Bir asalağın hayatının tümünü ya da bir kısmını içinde ya da üzerinde geçirdiği, besin ihtiyacını ve korunmasını sağladığı organizma.

korpus luteum : Sarı cisim.Yumurta bırakımından sonra parçalanan folikülün değişerek meydana getirdiği genellikle sarı renkli yapı.

lenf düğümü : Lenf damarları boyunca bulunan ve lenfosit meydana getiren bir kapsülle çevrili küçük doku kümeleri.

lenf sıvısı : Kılcal damarlardan difüzyonla lenfatik sisteme geçen sıvı.

ligament : Bir kemiği diğerine bağlayan dayanıklı yoğun bağ dokusu.

menopoz : Kadınlarda ovulasyonun ve menstrüasyonun bitmesi.

menstrüasyon : İnsanda ve bazı yüksek memelilerde periyodik olarak görülen, döllenmemiş yumurta ile uterus duvar tabakasının dışarı atılması. Aybaşı. Regl.

miyelin kılıf : Çevresel sinirlerde Schwann hücreleri, merkezî sinir sisteminde oligodendrositler tarafından meydana getirilen; 50-100 kadar birim zar katlanmalarından oluşan ve aksonların etrafını saran örtü. Miyelin örtü.

mukoza : En içte sindirim bezlerini kapsayan epitel tabakası, onun dışında lamina propria ve en dışta kas tabakası olmak üzere üç tabakadan oluşan sindirim kanalının içini astarlayan tabaka.

nefron : Böbreğin yapı ve görev bakımından birimi olup Malpighi cisimciği, dalgalı kanallar ve Henle ilmeğinden oluşur.

nöron : Sinir hücresi. Çekirdek ve organellerin bulunduğu bir hücre gövdesi (perikaryon) ile bu gövdeden uzanan sitoplazmik uzantılardan (dendritler) ve aksondan meydana gelen, elektrik impulslarını taşımak için özelleşmiş sinir sisteminin temel hücreleri.

O-Ö-P

oogenez : Yumurta oluşması. Dişi eşey organında yumurta ana hücresinin primer oosit ve sekonder oosit evrelerini geçirerek döllenmeye hazır yumurta hücresini meydana getirmesi.

optik kiyazma : Sağ ve sol gözden gelen sinirlerin buluştuğu, her bir retinanın iç yarısından gelen sinir tellerinin çapraz yaparak iki optik yol teşkil ettiği; sağ yol soldaki, sol yol sağdaki görme alanından gelen bütün duyuları taşıyan; beynin frontal lopları altındaki X şeklindeki yapı.

ovulasyon : Yumurta bırakımı. Yumurtalıktan yumurtaların bırakılması.

pasif taşıma : Bir maddenin biyolojik bir zardan enerji harcamaksızın difüzyonla geçişi.

perikart : Kalbi örten zar.

periost : Kemik örtüsü zarı. Kemiğin dışını çevreleyen, kemiklerin onarılmasını ve beslenmesini sağlayan zar.

plasenta : 1. Eten. 2. Döl yatağında ana ile dölüt arasında bulunan dölütün ve ananın kan damarlarının birbirine yakın bulunduğu, ozmoz ile besin ve oksijen alışverişini sağlayan, damarlı, süngerimsi bir yapı. 3. Bitkilerde ovaryumda ovülün meydana geldiği ve olgunlaşana kadar bağlı kaldığı bölge.

plazma : 1. Dolaşan kan, lenf ve hemolenfin sıvı kısmı. 2. Protoplazma, sitoplazma.

plevra : Göğüs boşluğunu astarlayan ve akciğeri saran seroza zarı. Göğüs zarı.

R-S-Ş

Ranvier boğumu : Miyelinli sinirlerde sinir telinin üzerindeki Schwann hücrelerinin aralıklı olarak boğumlar meydana getirmesi.

refleks : Bir impulsa verilen cevap. Alınan uyarı sonucunda meydana gelen impulsa beyne iletilmeksizin verilen cevap. Yansı.

rektum : Göden bağırsağı. Sindirim kanalının anüse açılan son bölgesi. Omurgalılarda bağırsak muhteviyatındaki su ve inorganik iyonların geri emildiği ve dışkının teşekkül ettiği kalın bağırsağın son bölgesi.

reseptör : Hücre içinde ya da üzerinde hormon, ilaç, virüs vb. nin özel olarak bağlandığı ve bazı hâllerde özel bir hücre cevabının verilmesine yol açan veya bunların hücreye girmesini sağlayan; protein, glikoprotein ya da oligosakkaritlerden oluşan yer veya yapı.

resif : Su düzeyindeki sıra kayalar.

sarkomer : Çizgili kaslarda iki Z çizgisi arasında kalan ve kasılabilen en küçük birim.

sağrı : Memeli hayvanlarda bel ile kuyruk arasındaki dolgun ve yuvarlakça bölüm.

Schwann hücresi : Periferal sinirlerde aksonları saran hücreler. Bu hücrelerin plazma zarları içeri çökerek aksonların etrafında kılıf şeklinde düzenli zar katlanmaları yaparak aksonu korur ve impulsun kolayca iletilmesini sağlar. Böyle sinirlere miyelinli sinirler denir. Merkezî sinir sisteminde oligodendrositler aynı görevi yapar. İki Schwann hücresi arasında Ranvier boğumu olarak bilinen bir aralık yer alır. Bazı Schwann hücreleri birden fazla aksonu sarabilir, fakat aksonun çevresinde zar katlanmaları meydana getirmez. Bu durumdaki sinirlere miyelinsiz sinirler denir. Schwann kını, Schwann kılıfı.

segmentasyon : 1. Embriyoyu meydana getirmek üzere döllenmiş yumurtanın geçirdiği bir seri mitoz bölünme ile önce ikiye, sonra dörde, sonra 8, 16 vb. sayıda hücrelere devam eden bölünmeler sırasında morula, blastula, gastrula evrelerinin ve daha sonra da embriyonun oluşması. 2. Segmentli hayvanlarda, böceklerde, embriyonun gelişmesi sırasında vücudun parçalara ayrılması. Metamerizasyon.

spermatogenez : Sperma oluşması. Erkek eşey organında sperma ana hücresinden birincil spermatosit, ikincil spermatosit ve spermatit evrelerini geçirdikten sonra spermanın meydana gelmesi.

T-U-Ü-V-Y-Z

taşıma kapasitesi : Belli bir çevrenin sürekli olarak besleyebileceği belli bir türe ait maksimum birey sayısı.

tendon : Kiriş. Bir kasın hareket edebilen yapılarla bağlanmasını sağlayan beyaz, parlak ve telli bir bağ.

tonus : Bir organın bilinçli olduğu sürede bütün kaslarının biraz kasılı olması hâli.

trofik düzey : Bir ekosistemde enerji akışına göre besin zincirinde bulunan beslenme basamaklarından her biri.

uterus : Döl yatağı. Rahim. Yumurta ya da yavrunun geliştiği, yumurta kanalının genişlemiş bölgesi.

vagus : Beyinden çıkan ve iç organlara giden onuncu sinir.

vater kabarcığı : Safra kanalı ve pankreastan gelen kanalın birleşmesiyle oluşan kısa ortak kanalın onikiparmak bağırsağına bağlandığı yerde meydana gelen kabartı.

zar potansiyeli : Canlı hücrede plazma zarında bulunan elektrik potansiyel farkı.

zigot : Bir dişi ve bir erkek eşey hücresinin birleşmesiyle oluşan döllenmiş yumurta.

KAYNAKÇA

AKTÜMSEK, A. (2020). *Anatomi ve Fizyoloji İnsan Biyolojisi (12. Basım).* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

AUDESİRK, T., AUDESİRK, G. ve BYERS, B. E. (2017). *Biology: Life on Earth with physiology (11th Edition).* New Jersey: Pearson.

BARLİN, D. ve ERCAN, A. (2020). *Yetişkin bireylerin sindirim sistemi problemlerinde besin ve bitkisel ürün kullanım durumları. Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 19 (1), 31-37.

BUHARALIOĞLU, C. K. ve YILDIRIM BUHARALIOĞLU, G. (2019). *Talidomit faciasının farmakovijilans etkinliklerinin gelişimi üzerine etkisi.* Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12 (1), 136-142.

FOX, S. (2011). *Human Physiology (12th Edition).* New York: McGraw-Hill Companies.

HALL, J. (2013). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (11. Baskı Çeviri Editörü B. Çağlayan Yeğen).* İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

JØRGENSEN, S. E. ve FATH, B. D. (2008). *Encyclopedia of Ecology.* Amsterdam: Elsevier B.V.

JUNQUEIRA, L. ve CARNEIRO, C. (2006). *Temel Histoloji (Çeviri Editörleri Y. Aytekin, S. Solakoğlu).* İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

KAROL, S., SULUDERE, Z., ve AYVALI, C. (2000). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü (2. Baskı).* Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

KEETON, W. ve GOULD, J. (2004). *Genel Biyoloji (5. Baskı Çeviri Editörleri A. Demirsoy, İ. Türkan, E. Gündüz).* Ankara: Palme Yayıncılık.

KOCATAŞ, A. (2008). *Ekoloji Çevre Biyolojisi (10. Baskı).* İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

KÖYCÜ, E. (Aralık 2020). *İbnu'n-Nefîs'in Hayatı Eserleri ve "el-Muhtasâr fi İlmi Usûli'l-Hadîs" Adlı Eseri Üzerine Bazı Mülâhazalar.* Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi, 424-437.

MARIEB, E. ve KELLER, S. (2022). *Essentials of Human Anatomy & Physiology 13th Global E.* Pearson Education Limited.

MASON, K., LOSOS, J. B. ve DUNCAN, T. (2019). *Biology (12th Edition).* New York: McGraw-Hill Education.

REECE, J. ve URRY, L. (2013). *Campbell Biyoloji (9. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan).* Ankara: Palme Yayıncılık.

REECE, J., SIMON, E., DICKEY, J. ve HOGAN, K. (2017). *Campbell Temel Biyoloji (5. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan).* Ankara: Palme Yayıncılık.

RELYEA, R. ve RICKLEFS, R. (2018). *Ecology: The Economy of Nature (8th Edition).* New York: W. H. Freeman and Company.

SADAVA, D., HILLIS, D., HELLER, H. ve BERENBAUM, M. (2014). *Yaşam Biyoloji Bilimi (9. Baskı Çeviri Editörleri E. Gündüz, İ. Türkan).* Ankara: Palme Yayıncılık.

SCHÜNKE, M., SCHULTE, E. ve SCHUMACHER, U. (2007). *Prometheus Anatomi Atlası (1. Baskı Çeviri Editörleri M. Yıldırım, T. Marur).* İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.

SIMON, E. J. (2015). *Biyoloji Öz (I. Baskı Çeviri Editörleri F. Eyidoğan).* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI HALK SAĞLIĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2018), *Türkiye Böbrek Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı (2018-2023).* Ankara.

TORTORA, G. DERRICKSON, B. (2017). *Principles of Anatomy and Physiology (15th Edition).* New Jersey: John Wiley ve Sons, Inc.

WIDMAIER, E., RAFF, H. ve STRANG, K. (2019). *Vander' s Human Physiology 15th E.* New York, NY : McGraw-Hill Education.

WILSON, P. W. et. al. (1998). *Prediction of Coronary Heart Disease Using Risk Factor Categories.* Circulation, 97 (18), 1837-1847.

YILMAZ, M., KARAKAYA, F., ÇİMEN, O. ve ADIGÜZEL, M. (2021). *Öğretmen Adaylarının Tür Çeşitliliği ve Tür Zenginliği Kavramlarına Yönelik Kavram Karmaşalarının İncelenmesi.* Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1-13.

Görsel kaynakçası, genel ağ kaynakçası ve e-içerik kaynakçasına ulaşmak için karekodu okutunuz.



Cevap anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

